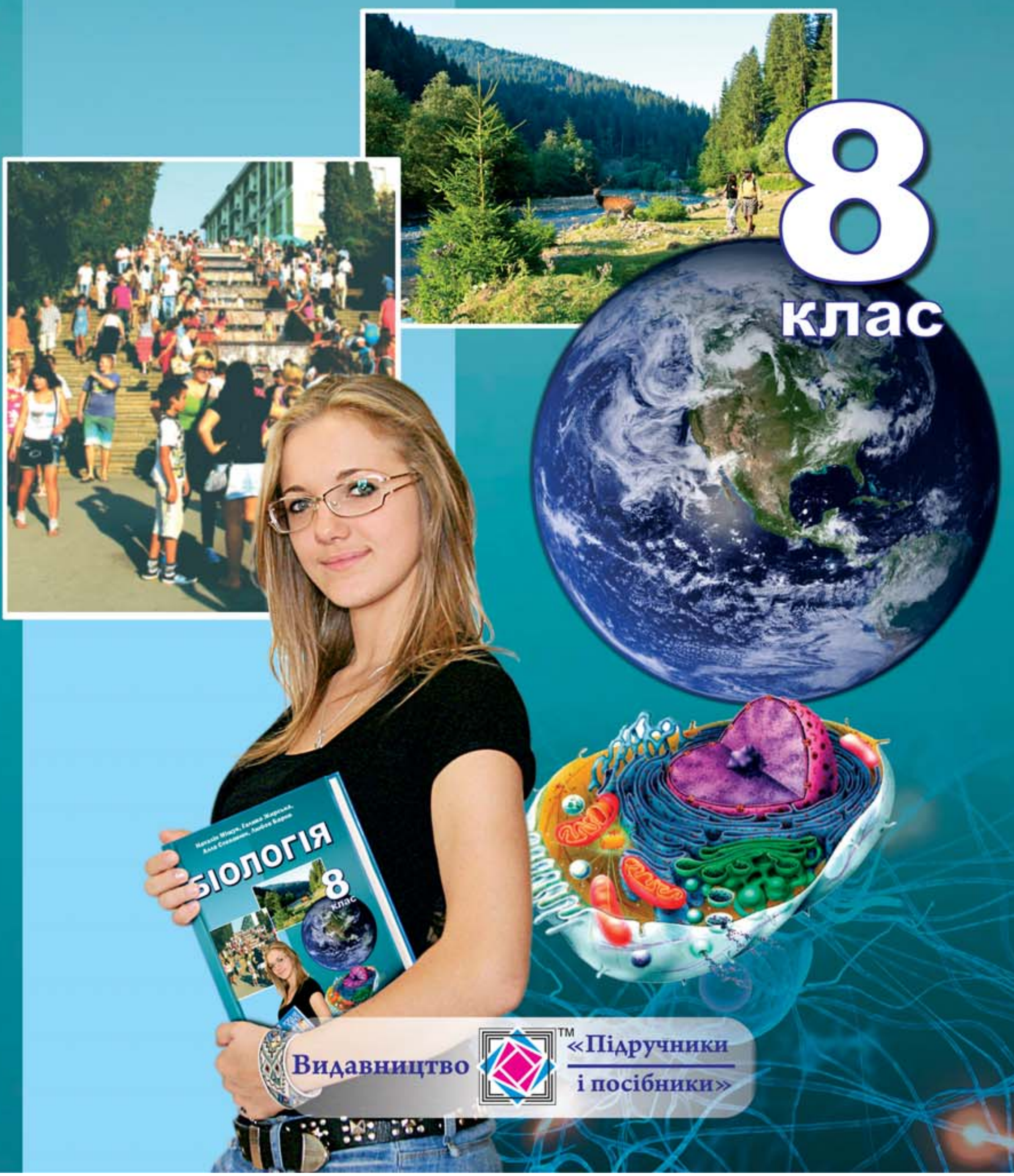
Наталія Міщук, Галина Жирська,
Алла Степанюк, Любов Барна

БІОЛОГІЯ

8 клас



Видавництво «Підручники і посібники»™

УДК 075.3
ББК 28я721
Б 63

Незалежні експерти:

Найдьонова Г. Г. — викладач кафедри біології та методики її викладання природничо-географічного факультету Кіровоградського державного педагогічного університету імені В. Винниченка

Олійник В. М. — методист Навчально-методичного центру освіти м. Львова, учитель-методист

Руда О. С. — учитель біології СЗШ № 54 м. Львова, учитель-методист

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Наказ МОН України № 491 від 10.05.2016 р.)

Видано за державний кошт. Продаж заборонено

Міщук Н. Й.
Б 63 Біологія : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. / Н. Й. Міщук, Г. Я. Жирська, А. В. Степанюк, Л. С. Барна. — Тернопіль : Підручники і посібники, 2016. — 280 с. : іл.
ISBN 978-966-07-2738-0

ББК 28я721
УДК 075.3

ISBN 978-966-07-2738-0

ЗМІСТ

ВСТУП ...6
§ 1. Організм людини як біологічна система. Значення знань про людину для збереження її здоров’я ...6
§ 2. Різноманітність клітин організму людини. Тканини ...9
§ 3. Органи та фізіологічні системи організму людини ...15
§ 4. Регуляторні системи організму людини ...18
Тема 1. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ ...21
§ 5. Обмін речовин та перетворення енергії в організмі людини — основна властивість живого. Харчування та обмін речовин ...21
§ 6. Їжа та її компоненти. Склад харчових продуктів та їхнє значення ...24
§ 7. Харчові та енергетичні потреби людини ...29
Тема 2. ТРАВЛЕННЯ ...34
§ 8. Огляд будови травної системи ...34
§ 9. Травлення в ротовій порожнині. Ковтання ...38
§ 10. Травлення в шлунку ...43
§ 11. Травлення в кишечнику. Всмоктування ...46
§ 12. Харчові розлади та запобігання їм ...49
Тема 3. ДИХАННЯ ...53
§ 13. Значення дихання. Система органів дихання ...53
§ 14. Газообмін у легенях і тканинах ...58
§ 15. Дихальні рухи. Нейрогуморальна регуляція дихальних рухів ...61
§ 16. Хвороби органів дихання та їх профілактика ...64
Тема 4. ТРАНСПОРТУВАННЯ РЕЧОВИН ...68
§ 17. Внутрішнє середовище організму людини. Кров, її склад та функції ...68
§ 18. Плазма крові. Тромбоцити та лейкоцити: будова та функції ...71
§ 19. Будова й функції еритроцитів. Групи крові та переливання крові ...75
§ 20. Система кровообігу. Серце: будова та функції. Робота серця ...80
§ 21. Будова та функції кровоносних і лімфатичних судин. Лімфообіг ...85
§ 22. Рух крові по судинах. Пульс. Артеріальний тиск ...89
§ 23. Кровотечі. Серцево-судинні хвороби та їх профілактика ...93
Тема 5. ВИДІЛЕННЯ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ ...99
§ 24. Виділення — важливий етап обміну речовин. Будова та функції сечовидільної системи ...99
§ 25. Роль нирок у здійсненні водно-сольового обміну. Захворювання нирок та їх профілактика ...101
§ 26. Значення та будова шкіри. Захворювання шкіри та їх профілактика ...105
§ 27. Терморегуляція ...110
Тема 6. ОПОРА ТА РУХ ...114
§ 28. Значення опорно-рухової системи. Кістки, хрящі: їх будова та функції ...114
§ 29. З’єднання кісток. Огляд будови скелета людини ...118
§ 30. Функції та будова скелетних м’язів ...122
§ 31. Основні групи скелетних м’язів ...125
§ 32. Робота м’язів. Втома м’язів ...127
§ 33. Розвиток опорно-рухової системи людини з віком ...131

Тема 7. ЗВ’ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. НЕРВОВА СИСТЕМА 137
§ 34. Значення і будова нервової системи. Нейрон. Рефлекс. Рефлекторна дуга 137
§ 35. Центральна та периферична нервова система людини 140
§ 36. Спинний мозок 143
§ 37. Головний мозок. Будова та функції заднього і середнього мозку 147
§ 38. Головний мозок. Будова та функції переднього мозку 150
§ 39. Вегетативна нервова система 155
§ 40. Захворювання нервової системи та їх профілактика 158
Тема 8. ЗВ’ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ 164
§ 41. Загальна характеристика сенсорних систем. Будова аналізаторів 164
§ 42. Зорова сенсорна система. Око 167
§ 43. Сприйняття зоровою сенсорною системою світла, кольору, простору 169
§ 44. Захист зору 173
§ 45. Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху 175
§ 46. Сенсорні системи смаку та нюху 180
§ 47. Сенсорні системи рівноваги, руху, дотику, температури, болю 183
Тема 9. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ 188
§ 48. Поняття про вищу нервову діяльність та її основні типи 188
§ 49. Безумовні рефлекси. Інстинкти 193
§ 50. Умовні рефлекси 196
§ 51. Особливості вищої нервової діяльності людини. Мова 199
§ 52. Навчання та пам’ять 202
§ 53. Мислення та свідомість 207
§ 54. Біоритми 212
§ 55. Сон 215
Тема 10. РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ 220
§ 56. Гомеостаз і регуляція функцій організму. Нервова регуляція. Гуморальна регуляція 220
§ 57. Гормони. Ендокринна система 223
§ 58. Залози внутрішньої секреції. Гіпофіз. Щитоподібна залоза 226
§ 59. Залози внутрішньої секреції (продовження) 230
§ 60. Ендокринна функція залоз змішаної секреції 232
§ 61. Імунна система. Неспецифічний і специфічний імунітет. 235
Імунізація 235
62. Порушення роботи імунної системи: СНІД, алергія 239
Тема 11. РОЗМНОЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК ЛЮДИНИ 243
§ 63. Будова та функції репродуктивної системи. Статеві клітини. Запліднення 243
§ 64. Менструальний цикл. Вагітність 248
§ 65. Ембріональний період розвитку людини. Плацента, її функції 252
§ 66. Постембріональний розвиток людини 255
§ 67. Репродуктивне здоров’я. Захворювання, що передаються статевим шляхом 260
УЗАГАЛЬНЕННЯ 265
§ 68. Цілісність організму людини. Взаємодія регуляторних систем організму 265
ДОДАТКИ 270
КОРОТКИЙ СЛОВНИК БІОЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ 273
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК 277
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 279

Шановні восьмикласники!

Цьогоріч предметом вивчення біології є людина. Сподіваємося, вам буде цікаво поглибити свої знання про будову організму людини як цілісної біологічної системи, що функціонує в умовах природного та соціального середовища. Набуті вами знання будуть потрібні не лише для того, щоб стати освіченими, а й для формування свідомого ставлення до свого організму. Ви дізнаєтесь, які складні процеси протікають у ньому, як легко їх порушити, але важко відновити. Усвідомите, що берегти здоров'я, жити в гармонії із самим собою, іншими людьми та природою — це життєва необхідність кожного з нас.

Вивчення біології стане більш захопливим завдяки виконанню лабораторних досліджень, які навчать вас спостерігати, працювати з мікроскопом, лабораторним обладнанням. Справжніми експериментаторами ви відчуєте себе, виконуючи дослідницький практикум. Розробка та захист проектів дозволить вам розширити свої знання про організм людини та його функціонування за допомогою різних джерел інформації. Виконання проектів не лише сприятиме розвитку творчих умінь, навчить презентувати свої розробки та захищати їх, а й матиме практичне значення для кожного з вас.

Структура підручника сприяє організації самостійної пізнавальної діяльності. Так, запитання на початку параграфа (надруковані кольоровим шрифтом) допоможуть налаштуватися на засвоєння нового матеріалу. Слова або речення, які мають особливе значення, подано курсивом.

Наприкінці кожного параграфа є рубрики з піктограмами:

«NB» (від лат. *nota bene* [нота бене] — зверни увагу) — у рубриці подано перелік основних понять і термінів, які є обов'язковими для засвоєння.

«Ерудит — ONLINE» — матеріали рубрики спрямовані на розширення світогляду, ознайомлення з цікавими фактами тощо. Ваша здатність до сприйняття будь-якої інформації має бути «увімкнена» завжди, іншими словами — має працювати «в режимі онлайн».

«На вістрі науки» — матеріали рубрики містять відомості про досягнення в галузі біології й медицини. Ця інформація спонукатиме вас давати оцінку фактам, висловлювати ставлення до проблеми.

«Перевіряємо засвоєння тексту параграфа» — завдання, для успішного виконання яких достатньо уважно опрацювати текст параграфа.

«Розвиваємо творчі здібності» — завдання, спрямовані на розвиток умінь порівнювати, аналізувати, дискутувати, висловлювати та обґрунтовувати свої думки, формулювати висновки.

«Досліджуємо свій організм» — завдання, виконання яких потребує спостереження, самоспостереження, проведення дослідів тощо.

«Працюємо разом» — завдання передбачають роботу в групах різного складу. Це навчить вас толерантно спілкуватися, знаходити спільні рішення, нести відповідальність за результат роботи команди тощо.

У підручнику немає рекомендацій заборонного характеру (не їж, не кури, не лінуйся!). Ваш вік уже дозволяє робити самостійний вибір у різноманітних життєвих ситуаціях, а набуті знання допоможуть зробити правильний крок.

Хай щастить вам у навчанні! *Автори*

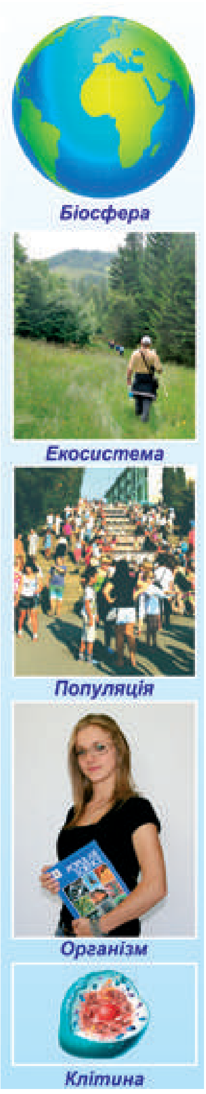
ВСТУП

Зміна однієї частини організму чи окремої функції завжди спричиняє зміну інших частин і функцій.

Жорж Кюв'є, французький натураліст
кін. XVIII – поч. XIX ст.

§ 1. Організм людини як біологічна система. Значення знань про людину для збереження її здоров'я

Узагальнивши вивчене в попередніх класах, висуньте припущення про те, яке значення мають знання про людину для збереження її здоров'я.



Іл. 1. Біологічні системи

Поняття про біологічні системи. Навколишній світ складається із систем. Як вам уже відомо, до систем неживої природи належать Всесвіт, Галактика, Сонячна система тощо. До систем живої природи, або біологічних систем, належать клітина, організм, популяція, екосистема, біосфера тощо (іл. 1). *Пригадайте, з яких компонентів складається кожна з цих систем.* Які взаємозв'язки існують між компонентами системи та як взаємодіють між собою самі системи?

БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА (від грец. *bios* [біос] — життя, *systema* [система] — утворення, з'єднання) — структурне й функціональне об'єднання всіх компонентів об'єкта живої природи, між якими існують взаємозв'язки та взаємодія.

Кожна з біологічних систем складається з певних підсистем — елементарних частин. Наприклад, біосфера — з екосистем, вид — з популяцій, організм — з органів, клітина — з органел.

Людина — біологічна система, з якою пов'язане існування соціальних систем, зокрема, суспільство, клас, соціальна група тощо.

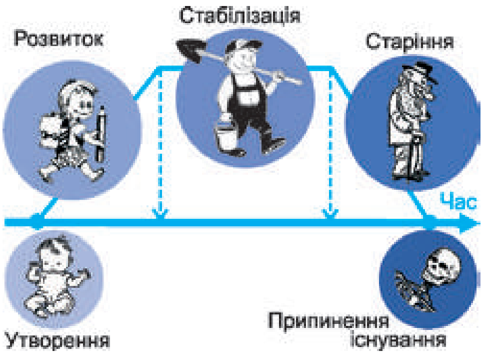
Усі складники біологічних систем взаємодіють між собою структурно і функціонально, утворюючи цілісну систему. Біологічні системи перебувають у зв'язку з навколишнім середовищем, що зумовлює необхідність систем пристосовуватись до різноманітних зовнішніх впливів.

Усі біологічні системи проходять певні часові етапи: утворення, розвиток, стабілізацію, руйнування (старіння) та припинення існування або перетворення (іл. 2). Ці етапи відображають закономірності перебігу кількісних і якісних змін усіх компонентів системи залежно від чинників середовища.

Організм людини як біологічна система. Організм людини є складною біологічною системою, у якій розрізняють підсистеми різних рівнів структурної організації: від атомів і молекул — аж до систем органів.

Кожен рівень організації організму людини має свою структуру і виконує певну функцію. Усі компоненти взаємопов'язані та взаємодіють між собою, утворюючи структурно-функціональну єдність — цілісний організм (іл. 3).

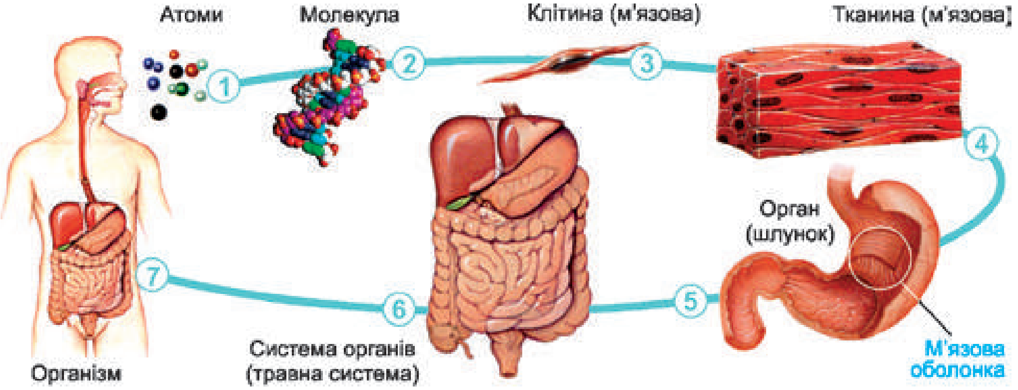
Організм людини, як і будь-яка біологічна система, є відкритою системою, оскільки відбувається неперервна взаємодія з довкіллям, під час якої здійснюється обмін із середовищем речовиною, енергією та інформацією.



Іл. 2. Етапи розвитку біологічних систем (на прикладі людини)

Людині притаманні загальні властивості біологічних систем:

- *самоорганізація* — внутрішня впорядкованість, яка виявляється через взаємодію її складових, що забезпечує цілісність організму, надає йому якісно нових властивостей;
- *обмін речовин та енергії,* що проявляється у процесах живлення, дихання, виділення;



Іл. 3. Взаємозв'язок систем різних рівнів в організмі людини

- *ріст* (кількісні зміни) *і розвиток* (якісні перетворення) організму;
- *подразливість* — відповідь організму на вплив зовнішнього та зміни внутрішнього середовищ;
- *самовідтворення* — відтворення собі подібних у процесі розмноження;
- *спадковість* (властивість організму передавати характерні йому особливості будови і розвитку потомству) і *мінливість* (здатність набувати нових ознак);
- *саморегуляція* — здатність організму підтримувати сталість біохімічного складу, фізичних властивостей, перебігу фізіологічних процесів;
- *адаптація* — здатність організму пристосовуватися до змін навколишнього середовища.

У наступних параграфах ви детально ознайомитеся з особливостями будови та функцій організму людини, а також загальними властивостями біологічних систем, починаючи з клітини.

Значення знань про людину для збереження її здоров'я. Сучасна людина спромоглася проникнути в глибини мікросвіту й макросвіту, вийти у відкритий космос і побувати на Місяці, дослідити процеси, що відбуваються у Всесвіті. Проте сьогодні, як і тисячі років тому, її переслідують хвороби. Очевидно, однією з причин є те, що ми часто забуваємо: людина є частиною Природи і має всі свої дії узгоджувати з її законами. Тому важливо людству, досліджуючи довкілля, жити за законами природи, на основі наукових знань виробляюти рекомендації щодо збереження здоров'я і дотримувати їх.

Цього року ви вперше систематично вивчатимете людський організм. І робитимете це насамперед для того, щоб зуміти розв'язати дилему, яка рано чи пізно постає перед кожним — бути здоровим чи хворіти. Відомо, що здоров'я на 50 % залежить від способу життя, на 20 % — від довкілля, ще на 20 % — від спадковості й лише на 10 % — від рівня розвитку медицини. Прикметно, що близько 75 % хвороб дорослих «зароблені» в дитинстві та підлітковому віці.

Знаючи особливості будови та функціонування організму людини, ми можемо помічати відхилення в його життєдіяльності та організувати своє життя (харчування, рухову активність, стосунки між статями тощо) у здоровий, продуктивний спосіб. Таким чином можна запобігти виникненню різноманітних хвороб.

Нормальний стан здоров'я — це не лише його стан сьогодні, а й ті приховані резерви, які можуть стати в пригоді завтра. Де ж ці резерви взяти? Вони закладені в організмі людини природою, але потребують постійного вдосконалення. Як щонайповніше використати той запас сил, який подарувала нам природа? Відповідь проста: потрібно вести здоровий спосіб життя.

Організм людини як біологічна система. Властивості організму як біологічної системи. Значення знань про людину для її здоров'я

1. Що таке біологічна система? Наведіть приклади. **2.** Назвіть етапи розвитку біологічних систем. **3.** Які властивості притаманні людині як біологічній системі? **4.** Яка із систем структурної організації організму людини, зображених на іл. 3, є найскладнішою? Чому?

5. Чи може організм людини існувати ізольовано від інших біосистем? Чому? **6.** Сліпці досліджували слона. Перший, схопившись за хвіст, сказав, що слон схожий на мотузку, другий, обмацавши слонячу ногу, — що на стовп, третій, вимірюючи тулуб, констатував: «Йому немає кінця». Чому в сліпців склалося хибне уявлення про слона як цілісну систему? **7.** Доведіть, що організм людини є біологічною системою.

8. Французький учений Блез Паскаль писав: «Людина — сукупність органів, а якщо її розчленувати, чи буде людиною кожен орган?» Як співвідноситься цей вислів зі змістом параграфа? **9.** Прокоментуйте епіграф до теми «Вступ».

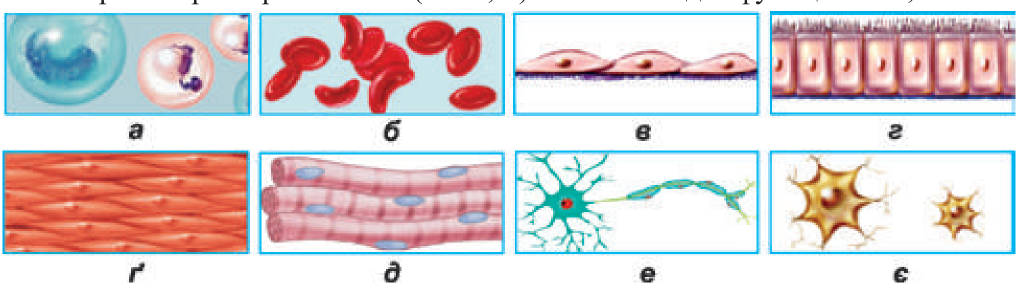
§ 2. Різноманітність клітин організму людини. Тканини

Пригадайте, що таке клітина, тканина. З яких основних компонентів складається тваринна клітина та які функції вона виконує? Які різновиди тканин характерні для тваринного організму? Які їх функції?

Різноманітність клітин організму людини. Відомо, що людина — багатоклітинний організм. Основною одиницею його будови та функціонування є клітина — найменша біологічна система, здатна до самовідтворення та розвитку. Вона складається з багатьох взаємопов'язаних елементів, функціонування яких не лише визначає життєдіяльність клітини, а й має значення для організму як цілого.

Тіло дорослої людини складається з близько 10^{14} клітин. Усі вони забезпечують власне функціонування (виробляють органічні речовини, використовують енергію, взаємодіють з іншими клітинами тощо). Крім цього, клітини «працюють» на забезпечення функціонування цілісного організму (наприклад, клітини крові транспортують кисень та вуглекислий газ). Науковці об'єднали їх у близько 200 типів. Кожному з цих типів клітин властиве виконання певної специфічної функції.

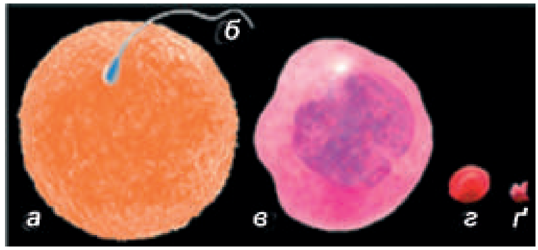
Форма та розміри клітини (іл. 4, 5) залежать від її функцій. Так, м'язові

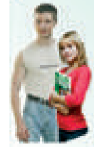


Іл. 4. Геометричні форми клітин: а — кулясті (яйцеклітина, більшість клітин крові); б — дископодібні (червоні кров'яні клітини); в — плоскі (епідерміс), г — циліндричні (слизові оболонки шлунку, трахеї, бронхів); ґ — веретеноподібні (м'язові клітини); д — видовжені (м'язові клітини); е — з відростками (нервова клітина); є — зірчасті (клітини кістки)

клітини веретеноподібні або видовжені, що забезпечує скоротливу функцію, а нервові мають відростки для проведення нервових імпульсів.

Іл. 5. Клітини різних розмірів:
а — яйцеклітина (Ø120–150 мкм);
б — сперматозоїд (завдовжки до 70 мкм);
в — клітина кісткового мозку (Ø100 мкм);
г — червоні кров'яні клітини (Ø7,5 мкм);
ґ — кров'яні пластинки (≈ 3 мкм)



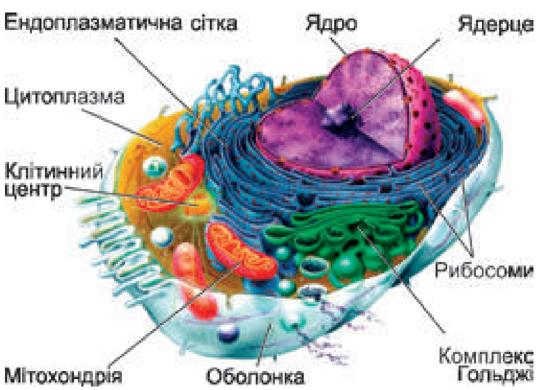


Розмір більшості клітин коливається в межах 3–10 мкм. Але є й доволі великі клітини (яйцеклітина, жирові клітини тощо). Довжина деяких клітин, наприклад, м'язової, сягає 30 см, а нервової — 1 м (іл. 5).

Основними компонентами клітини людини, як і тваринної клітини, є: клітинна оболонка, цитоплазма і ядро (іл. 6). *Пригадайте особливості будови та функції цих компонентів.*

Тканини. В організмі людини, як і у тварин, розрізняють чотири основні типи тканин: епітеліальну, сполучну, м'язову та нервову. Клітини, що входять до складу кожного з типів тканин, є спеціалізованими для виконання певних функцій.

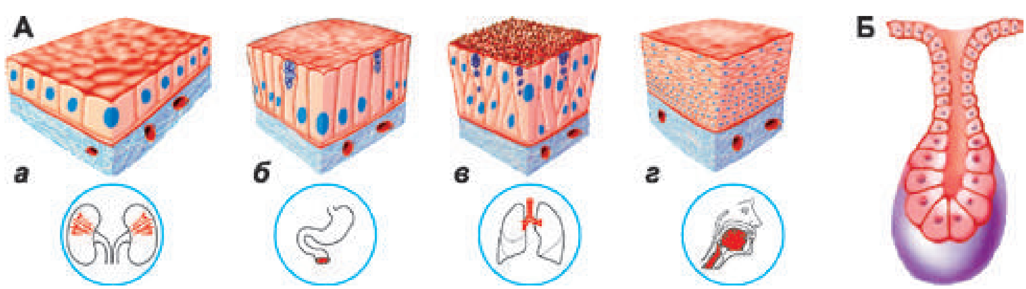
ТКАНИНА — сукупність клітин і міжклітинної речовини, які подібні за будовою, функціями та мають спільне походження.



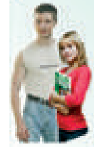
Іл. 6. Будова клітини організму людини

Епітеліальна тканина. Ця тканина покриває тіло зовні, вистилає слизові оболонки порожнистих органів травної системи, дихання, виділення (іл. 7 А), а також утворює залози — сальні, потові, слинні тощо (іл. 7 Б).

Розміщуючись на поверхні тіла й органів, епітелій виконує *захисну функцію*, а також забезпечує обмін речовин між організмом і навколишнім середовищем (*трофічна функція*). Наприклад, епітелій кишечнику бере участь у всмоктуванні поживних речовин, епітелій органів виділення — у виведенні з організму продуктів життєдіяльності, епітелій легень — у газообміні. Для клітин залозистого епітелію (іл. 7 Б) характерна *секреторна функція* — у них утворюються потрібні організму речовини — *секрети* (слиз, ферменти, гормони).



Іл. 7. Мікроскопічна будова епітелію: А — покривний: а — одношаровий кубічний; б — одношаровий призматичний; в — одношаровий війчастий; г — багатошаровий незроговілий; Б — залозистий



Особливістю будови епітеліальної тканини є те, що вона складається з клітин, які щільно прилягають одна до одної; міжклітинної речовини в ній мало. Епітелій не містить кровоносних судин. Покривний епітелій буває *одношаровим* (іл. 7 А — а, б, в) та *багатошаровим* (іл. 7 А — г). Серед багатошарового епітелію розрізняють *зроговілий* (шкіра) та *незроговілий* (порожнина рота, глотки, стравохід тощо).

Сполучна тканина. Назва цієї тканини пов'язана з характерним розташуванням серед інших тканин і здатністю «зв'язувати», або «сполучати», їхні елементи в цілісні структури. В організмі людини ці тканини, окрім сполучної, виконують й інші функції: *опорну* (утворюють скелет людини); *пластичну* — є основою структури різних органів, забезпечують регенерацію тканин, загоєння ран; *трофічну* — беруть участь в обміні речовин, забезпечують живлення інших тканин; *захисну* — захищають органи та організм від впливів навколишнього середовища.

Сполучна тканина утворена значною кількістю клітин і добре розвиненою міжклітинною речовиною, яка складається з основної речовини та волокон (еластичних, колагенових). Залежно від функцій та особливостей будови виділяють різні види сполучної тканини (іл. 8).



Іл. 8. Різні види сполучної тканини

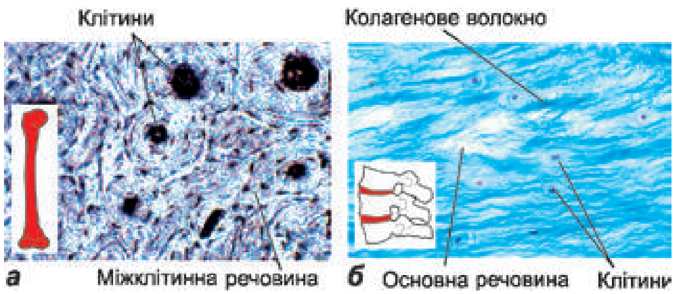
Пухка сполучна тканина (іл. 9 а) заповнює проміжки між органами, формує основу органів, забезпечує їх живлення.



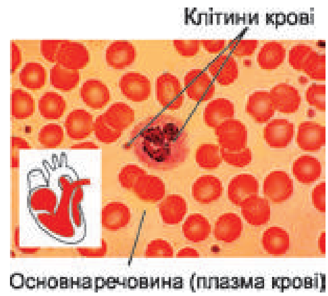
Іл. 9. Мікроскопічна будова сполучних тканин:
а — пухкої; б — щільної; в — жирової

Щільна сполучна тканина (іл. 9 б) утворює сухожилки та зв’я́зки. Жирова сполучна тканина (іл. 9 в) розміщена в підшкірній клітковині, навколо деяких органів, захищає їх від ушкоджень, виконує терморегуляційну, запасну функції.

Кісткова тканина (іл. 10 а) утворює кістки скелета й вирізняється високими механічними властивостями. Хрящова тканина (іл. 10 б) утворює суглобові поверхні кісток, міститься в міжхребцевих дисках, з неї побудована вушна раковина.



Іл. 10. Мікроскопічна будова сполучних скелетних тканин: а — кісткової; б — хрящової



Іл. 11. Мікроскопічна будова рідкої сполучної тканини (крові)

Кров і лімфа посідають в організмі людини особливе місце, виконуючи трофічну й захисну функції. Вони складаються з рідкої основної речовини (плазми) та певних клітин (іл. 11).

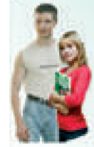
Вагомий внесок у дослідження сполучної тканини зробив видатний український фізіолог Олександр Богомолець, який вважав, що тривалість життя людини залежить від стану саме цієї тканини.

М’язова тканина. Основними властивостями цієї тканини є *збудливість* і *скоротливість*. Збудливість — це здатність клітин збуджуватися внаслідок дії подразника (електричного, хімічного, механічного тощо). Завдяки скоротливості — здатності скорочуватися — вона забезпечує рух крові по судинах, пересування їжі в травному тракті, роботу серця, переміщення організму в просторі.

М’язова тканина утворена клітинами — м’язовими волокнами. У їхній цитоплазмі містяться *міофібрили* (від грец. *myos* [міос] — м’яз; лат. *fibrilla* [фібріла] — волоконце) — спеціальні органели ниткоподібної форми. Вони тягнуться від одного кінця м’язового волокна до іншого та забезпечують здатність скорочуватися.

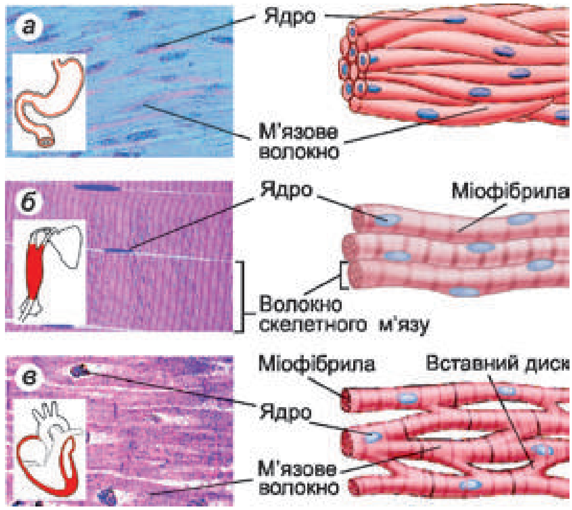
Розрізняють *непосмуговану* (гладеньку) та *посмуговану* м’язові тканини.

Клітини непосмугованої м’язової тканини (іл. 12 а) веретеноподібні, одноядерні. Їхні міофібрили не мають поперечної посмугованості. Із гладенької м’язової тканини побудовані стінки внутрішніх органів (шлунку, кишечнику, сечового міхура, кровоносних судин).



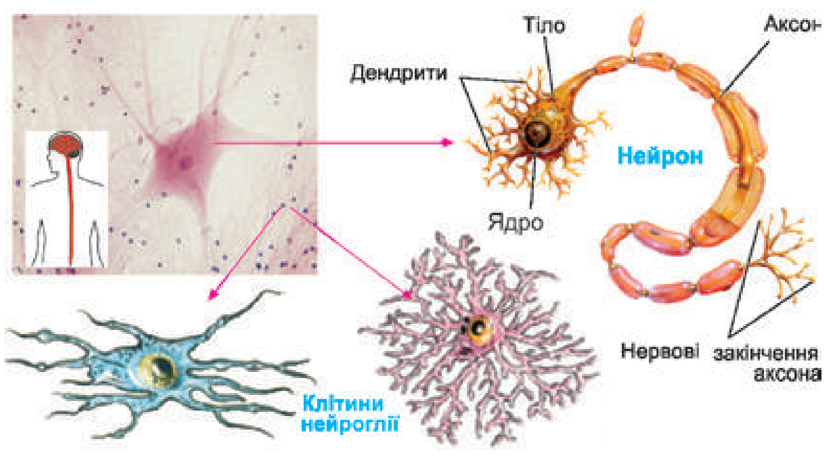
Посмуговану м'язову тканину поділяють на *скелетну* й *серцеву. Скелетна м'язова тканина* (іл. 12 б) складається з багатоядерних волокон видовженої форми, зовні вкритих оболонкою. Міофібрили цих волокон посмуговані. З посмугованої тканини побудовані скелетні та мімічні м'язи, м'язи язика, гортані, верхньої частини стравоходу, діафрагми.

Серцева м'язова тканина, як і скелетна, має поперечну посмугованість, але, на відміну від скелетної, між її м'язовими волокнами є клітинні контакти (іл. 12 в). Завдяки такій будові скорочення одного волокна швидко передається сусіднім, що забезпечує одночасність скорочення великих ділянок м'яза.



Іл. 12. Мікроскопічна будова м'язової тканини: а — непосмугованої; б — посмугованої скелетної; в — посмугованої серцевої

Нервова тканина. (іл. 13) Основними властивостями цієї тканини є *збудливість* і *провідність* (здатність нейронів проводити збудження). Нервова тканина складається з нервових клітин — нейронів і клітин, що їх оточують, — *нейроглії*.



Іл. 13. Нервова тканина

У нейроні виділяють тіло й відростки. Довгий відросток — один, його називають аксоном, а коротких відростків — дендритів — багато. У нейронах під впливом будь-якого чинника зовнішнього чи внутрішнього середовища виникає збудження (нервовий імпульс).

Через відростки воно передається до нервових центрів спинного та головного мозку, а від них — до органів. Нейроглія заповнює проміжки між нервовими клітинами, через неї до нейронів надходять поживні речовини й кисень.

Лабораторне дослідження

Тема. **Ознайомлення з препаратами тканин людини.**

Мета: дослідити різні типи тканин; виявити особливості, за якими можна розпізнати різні типи тканин; дотримувати правил роботи з мікроскопом та мікропрепаратами.

Обладнання: мікроскопи, мікропрепарати епітеліальної, сполучної, м'язової та нервової тканин.

Хід дослідження

1. Підготуйте мікроскоп до роботи. Мікропрепарати слід розглядати почергово за малого, а потім за великого збільшення мікроскопа.
2. Розгляньте мікропрепарат епітеліальної тканини. Зверніть увагу на форму клітин, їх розташування у тканині, кількість шарів клітин. Чи є в складі тканини міжклітинна речовина, яка її кількість? Зіставте побачене під мікроскопом з іл. 7. Визначте різновид епітеліальної тканини.
3. Розгляньте мікропрепарат сполучної тканини. Зверніть увагу на форму клітин, їх розташування в тканині, наявність міжклітинної речовини. Що переважає у складі тканини: клітини чи міжклітинна речовина? Зіставте побачене під мікроскопом з іл. 8, 9, 10, 11. Визначте вид сполучної тканини.
4. Розгляньте мікропрепарат м'язової тканини. Зверніть увагу на форму клітин — волокон, кількість ядер у них, наявність посмугованості м'язового волокна. Зіставте побачене під мікроскопом з іл. 12. Визначте вид м'язової тканини.
5. Розгляньте мікропрепарат нервової тканини. Зверніть увагу на форму клітин, їх розташування у тканині, наявність відростків — коротких і одного довгого та нейроглії. Зіставте побачене під мікроскопом з іл. 13.
6. Зробіть висновок про особливості будови тканин, за якими можна розпізнати різні їх типи (епітеліальну, сполучну, м'язову, нервову).

NB **Типи клітин. Тканина. Типи тканин: епітеліальна, сполучна, м'язова, нервова. Мікроскопічна будова тканин**

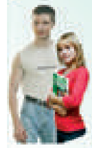
ЕРУДИТ ONLINE

У тканинах, що здатні до регенерації (червоний кістковий мозок, епітелій тощо), є клітини, які зберігають здатність до поділу протягом усього життя організму й заміщують загиблі клітини. Такі клітини називають стовбуровими.

Зі стовбурових клітин кісткового мозку розвиваються всі типи клітин крові, а зі стовбурових клітин епітелію кишечнику — лише клітини епітелію кишечнику. Ці клітини здатні відновлюватися багато разів. За їх поділу одна клітина залишається стовбуровою, а з іншої утворюється спеціалізована клітина.

Розрізняють два типи стовбурових клітин — ембріональні, з яких розвиваються всі тканини плода, та стовбурові клітини тканин дорослого організму, їх кількість у тканинах з віком зменшується.

У немовлят одна стовбурова клітина припадає на 10 тис. клітин кісткового мозку, у підлітків — одна на 100 тис., у 50-річної людини — одна на 500 тис., у 70-річної — одна на мільйон. Сьогодні проблеми лікування важких хвороб, продовження тривалості життя, збереження молодості намагаються розв'язувати за допомогою саме стовбурових клітин. Над цим працюють численні наукові лабораторії в усьому світі.



1. Чому клітини організму людини відрізняються за формою та розмірами? **2.** Які клітини в організмі людини найбільші, а які — найменші? **3.** Схарактеризуйте клітинну будову організму людини. **4.** Що таке тканина? Схарактеризуйте всі типи тканин, які властиві людині. **5.** Які особливості мікроскопічної будови різних типів тканин: а) епітеліальної (іл. 7); б) сполучної (іл. 9–11); в) м'язової (іл. 12); г) нервової (іл. 13)?

6. У ротовій порожнині міститься багатошаровий епітелій, а в кишечнику — одношаровий. Яке це має значення для здійснення функцій названих органів? **7.** Доведіть, що будова нервової та м'язової тканин відповідає функціям, які вони виконують. **8.** На сьогодні проблема вирощування та пересадки стовбурових клітин є актуальною. Поясніть чому.

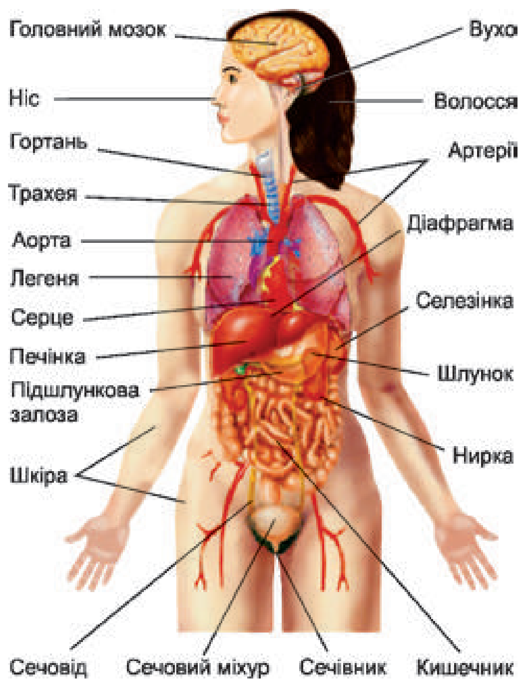
§ 3. Органи та фізіологічні системи організму людини

Які системи органів характерні для тварин? Які функції вони виконують?

Органи людини. Організм людини складається з органів, серед яких виокремлюють *зовнішні* та *внутрішні* (іл. 14).

До зовнішніх органів належать шкіра, вушні раковини, очі, ніс тощо, а до внутрішніх — мозок, серце, легені, печінка, судини тощо. Більшість внутрішніх органів містяться в порожнинах тіла: грудній (серце, легені тощо), черевній (печінка, шлунок, нирки тощо). Грудна та черевна порожнини розділені діафрагмою.

Пригадайте, яку функцію діафрагма виконує у тварин.



Іл. 14. Органи людини

Кожний орган складається з окремих тканин, але одна з них виконує основну функцію. Так, серце складається з посмугованої м'язової, сполучної та епітеліальної тканин. Однак основною з них є посмугована м'язова тканина, завдяки якій забезпечується головна властивість серця — скорочення. Кожний орган пронизують кровоносні судини та нерви. Орган — це лише частина організму, і тому поза ним він функціонувати не може, тоді як організм може обходитись без деяких органів (так, з однією ниркою організм може функціонувати).

Фізіологічні системи. Для виконання певних функцій органи об'єднані в системи органів: *травну, дихальну, серцево-судинну, видільну, опорно-рухову,*

нервову, сенсорні, ендокринну, імунну, репродуктивну. Їх ще називають **фізіологічними системами**.

Травна система забезпечує травлення — фізіологічний процес механічної, хімічної та біологічної обробки їжі. Завдяки йому здійснюється перетворення складних поживних речовин на простіші та всмоктування їх у кров і лімфу, а також виведення з організму неперетравлених решток їжі. До цієї системи належать органи *травного тракту* (ротова порожнина, глотка, стравохід, шлунок, кишечник) і *травні залози* (печінка, підшлункова залоза, слинні залози, залози шлунку і кишечнику), що відкриваються в нього протоками.

Система органів дихання забезпечує надходження з атмосферного повітря в організм кисню, необхідного для процесів життєдіяльності, й виведення з організму газоподібних кінцевих продуктів обміну, головним чином вуглекислого газу та води. Цю систему утворюють органи *повітроносних шляхів* (носова порожнина, глотка, гортань, трахея і бронхи) та *легені.*

Серцево-судинна система об'єднує дві системи — *кровоносну* й *лімфатичну*, кожна з яких утворена відповідними органами (іл. 15). Завдяки скороченням серця кров безперервно рухається по *кровоносних судинах* до усіх органів і тканин. Вона забезпечує їх киснем та іншими необхідними для життєдіяльності речовинами.

По *лімфатичних судинах* також транспортуються поживні речовини та кінцеві продукти життєдіяльності. Цю функцію здійснює лімфа. Крім того, лімфатична система виконує захисну та кровотворну функції.

Видільна система виконує функцію видалення з організму кінцевих продуктів життєдіяльності (сечовини, аміаку тощо) із сечею. До цієї системи належать *нирки, сечоводи, сечовий міхур* і *сечівник.*

Опорно-рухова система утворена *кістками*, їх *з'єднаннями* та *м'язами*. Усі кістки, які з'єднані між собою за допомогою різних видів сполучної тканини, утворюють *скелет* — пасивну частину цієї системи органів, а прикріплені до кісток *м'язи* — її активну частину. Ске-

ОРГАН (від грец. *organon* [органон] — знаряддя, інструмент) — частина організму, що має притаманні лише їй будову, форму, місце розташування і виконує одну або кілька функцій.

СИСТЕМА ОРГАНІВ — сукупність органів людини, що пов'язані анатомічно, функціонально й топографічно, та становлять єдину узгоджено працюючу структуру.



Іл. 15. Структурна схема серцево-судинної системи

лет є опорою для всіх органів і виконує захисну функцію, обмежуючи разом із м'язами порожнини, у яких містяться внутрішні органи. Скелет і м'язи забезпечують різноманітні рухи тіла.

Нервова система об'єднує і пов'язує всі клітини й органи в єдине ціле, змінює і регулює їхню діяльність, здійснює зв'язок організму з навколишнім середовищем. Вона визначає складну поведінку й психічну діяльність людини та забезпечує її існування як соціальної істоти. Нервову систему за будовою умовно поділяють на *центральну* (головний і спинний мозок) і *периферичну* (нерви, нервові вузли та сплéтення).

Сенсорні системи — особливі фізіологічні структури, які сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану організму. Вони забезпечують зв'язок організму з довкіллям. Розрізняють *зорову, слухову, смакову, дотикову* та *нюхову* сенсорні системи.

До **ендокринної системи** належать *залози внутрішньої секреції* (гіпофіз, вилочкова залоза, щитоподібна залоза тощо). Кожна з них виробляє та виділяє в кров особливі хімічні речовини, що беруть участь у регуляції функцій усіх клітин і тканин організму.

Імунна система забезпечує захист від генетично чужорідних організмів (бактерій, вірусів, грибів тощо), продуктів їхньої життєдіяльності, різноманітних білків, клітин, у тому числі й змінених власних. Вона представлена центральними та периферичними органами (іл. 16).



Іл. 16. Структура імунної системи

Ви, напевно, зауважили, що лімфатичні вузли та лімфоїдні органи одночасно належать до двох систем органів — лімфатичної та імунної. Чому ці системи організовані саме так, довідаємося, опрацьовуючи теми «Транспорт речовин» та «Регуляція функцій організму».

Репродуктивна, або **статева, система** виконує функції розмноження. Розрізняють жіночу і чоловічу репродуктивні системи. Вони утворені статевими органами, до яких належать: *статеві залози*, де формуються статеві клітини; *статеві шляхи*, якими рухаються ці клітини; *зовнішні статеві органи*, що забезпечують статевий акт.

Усі фізіологічні системи організму людини, взаємодіючи, утворюють цілісну біологічну систему — організм.

Органи людини. Фізіологічні системи організму людини



Рентгенографія, ультразвукова діагностика (УЗД), комп'ютерна томографія створюють тривимірні зображення органів. Застосування цих сучасних методів дослідження дозволяє оцінювати стан органів та організму загалом. Так, тривимірна (3D) УЗД дає об'ємне зображення плода людини. Це підвищує якість діагностики, а батьки можуть побачити майбутню дитину, визначити її стать. *Що вам відомо про сучасні методи діагностики організму людини?*

1. Що таке орган? Які органи людини належать до зовнішніх, а які — до внутрішніх? **2.** За іл. 14 назвіть органи, що містяться: а) у грудній порожнині; б) у черевній порожнині. **3.** Що таке система органів? Назвіть фізіологічні системи організму людини.

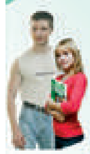
4. Визначте фізіологічні системи організму людини, усі органи яких зазначені на іл. 14. Назвіть органи, які входять до складу цих систем. **5.** Порівняйте: а) кровоносні та лімфатичні судини; б) лімфатичну та імунну системи організму людини; в) нервову та ендокринну системи людини та ссавців. **6.** Яким прикладом можна довести, що організм людини — не просто сукупність органів, а цілісна система?

§ 4. Регуляторні системи організму людини

Пригадайте, які системи організму тварин належать до регуляторних. Які особливості гуморальної регуляції в безхребетних тварин? Наведіть приклади взаємозв'язку нервової та гуморальної регуляцій у хребетних тварин.

Організм людини як біологічна система існує завдяки функціональній єдності всіх органів. Регуляція фізіологічних функцій організму людини, як і тварини, здійснюється через *нервову* та *ендокринну* системи органів.

Нервова регуляція фізіологічних функцій організму здійснюється нервовою системою, яка забезпечує взаємозв'язок органів та зв'язок організму з навколишнім середовищем. Основою нервової регуляції функцій є *рефлекс* — реакція організму на певний вплив (подразнення) зовнішнього середовища чи внутрішнього стану організму, що здійснюється за участі нервової системи. Взаємодія організму з довкіллям та між окремими його частинами відбувається за допомогою *нервових імпульсів*, що поширюються по нервових структурах. У певних відділах центральної нервової системи є центри, які регулюють діяльність окремих органів і систем. Наприклад, центри дихання, жування, ковтання, серцевої діяльності містяться в довгастому мозку. За координацію рухів та рівновагу тіла відповідає мозочок. Від нервових центрів відходять нерви до всіх органів організму.

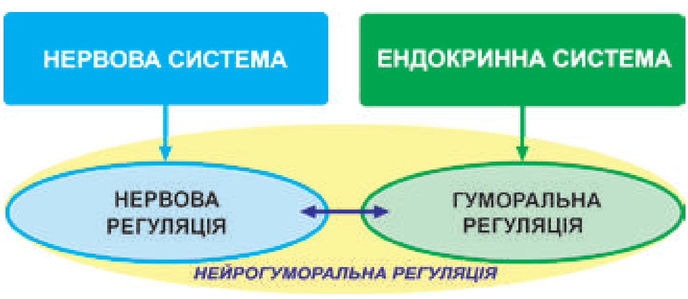


Особливостями нервової регуляції є: відповідь органа відразу після подразнення; висока швидкість передачі інформації (близько 120 м/с); чітке місце впливу (наприклад, вплив лише на певний орган).

Гуморальна регуляція фізіологічних функцій організму. Гуморальна (рідинна) регуляція здійснюється речовинами, що надходять у кров і через неї впливають на функціонування органів усього організму. Деякі з цих речовин утворюються в клітинах у процесі обміну (наприклад, вуглекислий газ), інші — *гормони* — виробляють *залози внутрішньої секреції* (**ендокринна система**). Їм притаманна висока біологічна активність. Вони можуть одночасно впливати на різні органи та системи органів. Наприклад, гормон наднирників адреналін підвищує частоту та силу серцевих скорочень, звужує капіляри, підвищує рівень глюкози в крові, сповільнює скорочення м’язових стінок кишечнику тощо.

Гуморальна регуляція обмежена швидкістю руху крові по судинах (0,005–0,5 м/с), тому речовини переносяться до всіх органів, тканин та систем повільно. Під час перенесення вони можуть руйнуватись і виводитись із організму. Гуморальна регуляція керує процесами, що протікають в організмі протягом тривалого часу (розвиток статевих залоз, ріст тіла) і не вимагають негайної реакції.

Зв’язок нервової та гуморальної регуляцій. Нервова й гуморальна регуляції тісно пов’язані між собою. На функціонування нервової системи впливають продукти обміну речовин і речовини, що приносяться з кров’ю. З іншого боку, утворення більшості речовин і виділення їх у кров постійно контролюється нервовою системою. Звідси випливає, що регуляція фізіологічних функцій в організмі не може здійснюватися лише однією із систем — нервовою чи гуморальною. Ці системи утворюють єдину *нейрогуморальну регуляцію* (іл. 17).



Іл. 17. Зв’язок нервової та гуморальної регуляцій

Нейрогуморальну регуляцію можна розглянути на прикладі дихання. Так, перший вдих новонародженої дитини спричинюється накопиченням вуглекислого газу в крові. Він є гуморальним чинником, який діє на центр дихання в довгастому мозку. За допомогою нервових імпульсів, що надходять з дихального центру до відповідних м’язів, відбувається вдих.

Наявність нервових і гуморальних взаємодій між клітинами, органами та їх системами забезпечує важливу властивість організму — *саморегуляцію*. Саморегуляція фізіологічних функцій — один з механізмів підтримання життєдіяльності організму на відносно постійному рівні. Нервові та хімічні впливи створюють надійний зв'язок між усіма фізіологічними процесами.

Регуляторні системи організму: нервова система, ендокринна система. Нервова регуляція. Рефлекс. Гуморальна регуляція. Гормони. Нейрогуморальна регуляція. Саморегуляція

1. Які системи організму людини належать до регуляторних? **2.** Що таке нервова регуляція фізіологічних функцій організму? **3.** Назвіть основний механізм нервової регуляції. **4.** Що таке гуморальна регуляція фізіологічних функцій організму? **5.** Назвіть основні механізми гуморальної регуляції. **6.** Що таке нейрогуморальна регуляція? **7.** У чому полягає саморегуляція фізіологічних функцій організму людини?

8. Порівняйте нервову та гуморальну регуляції функцій організму. **9.** У чому виявляється взаємозв'язок між регуляторними системами організму? **10.** Яка регуляція виникла еволюційно раніше — гуморальна чи нервова? Чому? Наведіть приклади.

Узагальнення

Організм людини є складною інтегрованою відкритою біологічною системою, в якій функціональна єдність клітин, тканин, органів і фізіологічних систем утворює цілісність. Функціонування кожного з рівнів структурної організації та організму людини загалом регулюється нервовими та гуморальними механізмами. Знання про людину необхідні для збереження власного здоров'я та здоров'я оточення.

Тема 1. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

> Ріст, розмноження, рухливість, збудливість, здатність реагувати на зміни навколишнього середовища — усі ці властивості живого нерозривно пов'язані з певними хімічними перетвореннями, без яких жоден з цих виявів життєдіяльності не зміг би здійснитися.
>
> *В. Енгельгардт, видатний біохімік XX ст.*

§ 5. Обмін речовин та перетворення енергії в організмі людини — основна властивість живого. Харчування та обмін речовин

Пригадайте з курсу фізики, що таке енергія.

Відомо, що існування будь-якого організму, у тому числі й людини, неможливе без обміну речовинами та енергією з навколишнім середовищем. Організми отримують з нього органічні та неорганічні сполуки, використовують їх для функціонування та виділяють у навколишнє середовище продукти життєдіяльності.

Обмін речовин та перетворення енергії в організмі людини. Характерні для всіх живих організмів потоки речовин та енергії пов'язані передусім з **обміном речовин**.

Умовою початку обміну речовин є надходження в організм їжі, води й кисню. У травному тракті такі складні органічні компоненти їжі, як білки, жири, вуглеводи, розщеплюються на простіші й переходять у кров та лімфу, відтак із кров'ю потрапляють до клітин. У клітинах відбувається остаточне розщеплення, окиснення органічних сполук до кінцевих продуктів та утворення власних речовин. Реакції синтезу (утворення) речовин відбуваються із затратами енергії. Звідки ж береться ця енергія? Вона вивільняється внаслідок розщеплення речовин, що надходять у клітину, і, окрім синтезу речовин, витрачається на виконання різноманітних функцій організму.

ОБМІН РЕЧОВИН — сукупність процесів хімічного перетворення речовин в організмі: від надходження їх з навколишнього середовища й до виведення кінцевих продуктів розпаду назовні.

ПЛАСТИЧНИЙ ОБМІН — сукупність реакцій синтезу властивих організму людини органічних речовин, які супроводжуються поглинанням енергії.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН — сукупність реакцій розщеплення органічних речовин, під час яких вивільняється енергія.

Єдиним джерелом енергії для організму людини є окиснення органічних речовин, які надходять з їжею. Під час розщеплення харчових продуктів до вуглекислого газу й води вивільняється енергія. Життєдіяльність людини забезпечується здатністю організму перетворювати одні види енергії в інші. Так, під час розщеплення органічних речовин енергія хімічних зв'язків перетворюється на електричну енергію (проведення нервових імпульсів), механічну

(скорочення м'язів), теплову (вивільняється під час роботи). Невикористана енергія нагромаджується в спеціальних енергетичних сполуках.

Обмін речовин — життєво важливий процес, що відбувається в кожній клітині організму й виконує функції забезпечення її будівельним матеріалом та енергією. Він складається з двох нерозривних, але протилежних процесів — *пластичного* та *енергетичного обмінів.*

Під час пластичного обміну здійснюється засвоєння організмом речовин, що надходять із зовнішнього середовища. З них утворюються властиві для організму білки, жири, вуглеводи. Вони використовуються як будівельний матеріал для утворення клітин.

Вивільнена енергія під час енергетичного обміну забезпечує всі процеси життєдіяльності клітин і організму загалом.

Процеси пластичного й енергетичного обмінів тісно взаємопов'язані (іл. 18). Так, на процеси синтезу органічних речовин використовується енергія, що вивільняється в ході реакцій енергетичного обміну, і навпаки, для здійснення енергетичного обміну необхідні певні речовини, що синтезуються в перебігу реакцій пластичного обміну.



Іл. 18. Взаємозв'язок пластичного та енергетичного обміну

Обмін речовин в організмі людини змінюється залежно від її стану та роботи, яку вона виконує: у стані спокою переважають процеси біосинтезу, а в стані фізичного та розумового навантаження — розщеплення речовин. У дітей обмін речовин інтенсивніший, а в людей літнього віку — повільніший.

Рівень обміну речовин регулюються нервовим та гуморальним механізмами. Із припиненням обміну речовин припиняється життя.

Обмін речовин відрізняє живий організм від неживого, органічний світ від неорганічного.

Значення харчування для обміну речовин. У кожного виду живих організмів виробився свій особливий тип обміну речовин, який визначається характером живлення.

Пригадайте, що таке живлення, його особливості в гетеротрофних організмів та ссавців.

Людина й тварини отримують різноманітні речовини (органічні й неорганічні) у процесі харчування. Харчування є найважливішою фізіологічною потребою організму. Воно з моменту народження до кінця життя людини впливає на її організм.

Харчові речовини, надходячи в організм людини з їжею і перетворюючись у результаті складних біохімічних процесів на структурні елементи клітин, забезпечують організм будівельним матеріалом та енергією. Вони сприяють росту та розвитку молодого організму, впливають на стан здоров'я, фізіологічну й розумову працездатність людини, настрій та тривалість життя, захищають від впливу несприятливих екологічних чинників тощо.

ХАРЧУВАННЯ — це сукупність процесів надходження в організм людини поживних речовин, їх травлення, всмоктування та засвоєння.

Від особливостей харчування значною мірою залежить обмін речовин. Оскільки організм постійно використовує різні речовини й значну кількість енергії, йому потрібна повноцінна їжа, яка насамперед містить збалансовану кількість білків, жирів та вуглеводів, а також мінеральних солей, вітамінів та води. Кількість, якість і режимність харчування мають важливе значення для життєдіяльності організму. Одноманітне за своїм складом та нережимне харчування може призвести до порушення обміну речовин, результатом якого стануть виснаження чи ожиріння організму, тяжкі захворювання тощо.

Обмін речовин та перетворення енергії. Пластичний обмін. Енергетичний обмін. Харчування та обмін речовин

Установлено, що відразу після приймання їжі протягом кількох годин інтенсивність обміну речовин зростає. Так, після споживання білкової їжі інтенсивність енергетичного обміну зростає на 30 % від середнього рівня обміну. За надходження в організм жирів та вуглеводів такий приріст становить лише 15 %.

1. Що таке обмін речовин? **2.** Що таке пластичний обмін? **3.** Що таке енергетичний обмін? **4.** Під час якого процесу в клітині вивільняється енергія? **5.** Під час якого процесу в клітині накопичується енергія? **6.** Як відбувається перетворення енергії в організмі людини? **7.** Що для людини є основним джерелом енергії? **8.** Схарактеризуйте обмін речовин і перетворення енергії в організмі людини. **9.** Як впливає харчування людини на обмін речовин?

10. У чому полягає взаємозв'язок пластичного та енергетичного обмінів? **11.** Чому їжа, дібрана за складом і кількістю, забезпечує нормальний обмін речовин? **12.** Прокоментуйте епіграф до теми.

§ 6. Їжа та її компоненти. Склад харчових продуктів та їхнє значення

Пригадайте способи живлення тварин; з курсу «Основи здоров'я» — складові харчових продуктів та джерела їх надходження, маркування харчових продуктів.

Їжа та її компоненти. Усе, окрім кисню, людина отримує для своєї життєдіяльності з їжі, яка є насамперед джерелом енергії. Їжа — носій та джерело біологічно активних речовин, потужний лікувальний та оздоровлювальний чинник. Їжа — не лише необхідність, а й одне з найбільших задоволень у житті.

ЇЖА — це складний комплекс, який містить значну кількість компонентів, здатних проявляти різноманітний і дуже суттєвий фізіологічний вплив на організм.

ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ — це натуральні або перероблені продукти, призначені для споживання в їжу.

Людина належить до *всеїдних* істот, тобто споживає їжу як рослинного, так і тваринного походження. Складовими елементами їжі є харчові та нехарчові компоненти.

Харчові компоненти їжі організм використовує для побудови, оновлення та нормального функціонування органів, тканин і клітин, а також як джерело енергії. До них належать *білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни* та *вода*.

Нехарчові компоненти їжі представлені харчовими волокнами, харчовими та біологічно активними добавками, речовинами, які негативно впливають на організм людини (мають отруйну чи токсичну дію). *Харчові волокна*, до яких належать клітковина, пектини та інші речовини, майже не засвоюються організмом, проте вони потрібні для нормальної діяльності органів травлення і всього організму. Тому харчові волокна є необхідною складовою частиною харчування.

Для сучасної людини характерним є «індустріальне» харчування, тобто харчування значно переробленою промисловою їжею, обов'язковими компонентами якої є харчові добавки. До цієї категорії відносять різні природні або синтетичні хімічні речовини, які додають у продукти харчування для того, щоб надати їм певних властивостей (поліпшити смак і запах, підвищити поживну цінність, запобігти псуванню продукту тощо).

Унаслідок антропогенного й техногенного впливів на довкілля в натуральних харчових продуктах можуть міститися речовини (нітрати, фосфати, солі важких металів тощо), концентрація яких значно перевищує гранично допустимі норми. Ці речовини мають отруйну чи токсичну дію на організм, що позначаються на здоров'ї людини.

Функціональне значення для організму основних речовин харчових продуктів. З їжею в організм надходить понад 600 різних речовин органічної та неорганічної природи. Детальніше зупинимось на основних харчових, або

поживних, речовинах, до яких належать *білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни* й *вода*, від умісту яких залежить харчова, біологічна й енергетична цінність харчових продуктів.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, або **КАЛОРІЙНІСТЬ ЇЖІ**, — кількість енергії, яка утворюється під час окиснення білків, жирів та вуглеводів, що містяться у продуктах харчування і витрачається на фізіологічні функції організму та виконання роботи. Вимірюється в джоулях (Дж) або в калоріях (кал). 1 кал = 4,19 Дж; 1 Дж = 0,24 кал.

Найважливіше значення для організму людини мають **білки**. Вони належать до незамінних речовин, що зумовлено фізіологічними функціями, які виконують білки в організмі (див. *табл. 1*).

Таблиця 1

Фізіологічні функції білків

Функції	Прояв функції
Будівельна (пластична)	Незамінний матеріал для утворення власного білка в організмі, завдяки чому відбувається ріст і розвиток організму, відновлення клітин
Енергетична	Під час окиснення 1 г білків вивільняється 17,2 кДж (4,1 ккал) енергії
Транспортна	Складні білки-переносники транспортують в органи та тканини кисень, мінеральні речовини, продукти обміну речовин
Захисна	Білки — найважливіші чинники імунітету. Забезпечують утворення антитіл, виведення токсинів, процес згортання крові
Опорна	Білки — складова кісток і хрящів, нігтів і волосся
Механічна (моторна)	Білки забезпечують скорочення і розслаблення м’язів, роботу внутрішніх органів
Регуляторна	Гормони (здебільшого білки) забезпечують гуморальну регуляцію організму
Ферментативна (каталітична)	Білки — основний компонент ферментів (речовини, які здатні пришвидшувати хімічні перетворення речовин в організмі)

Важливу роль у життєдіяльності організму відіграють **вуглеводи**. Вони є невід’ємною складовою частиною всіх клітин і тканин організму. Вуглеводи виконують в організмі різноманітні функції.

Так, *глюкоза* використовується як «будівельний матеріал» для синтезу багатьох важливих речовин організму, є складовою плазми крові. *Глікоген* — резервний вуглевод, що забезпечує нормальне функціонування печінки та м'язів. Проте основна роль вуглеводів — *енергетична*. Під час окиснення 1 г вуглеводів вивільняється 17,2 кДж (4,1 ккал) енергії.

Не менш важливою для організму людини є роль **жирів** (див. *табл. 2*).

Таблиця 2

Фізіологічні функції жирів

Функції	Прояв функції
Енергетична	Під час окиснення 1 г жиру вивільняється 39,1 кДж (9,3 ккал) енергії
Пластична	Жири, утворюючи комплекси із білками та вуглеводами, входять до структури органел клітин
Термоізоляційна	Резервний жир ізолює організм від впливу тепла та холоду
Захисна	Резервний жир захищає органи від зміщень та механічних ушкоджень
Регуляторна	Жири нормалізують жировий обмін, функції нервової системи, еластичність шкіри, захист її від інфекцій та токсинів; водний обмін (під час окиснення 100 г жирів виділяється 107 г води, тому в екстремальних умовах жири є джерелом води)

Співвідношення білків, жирів та вуглеводів у харчових продуктах є різним. Різною є й кількість енергії, яка утворюється в організмі під час їх окиснення (див. *додаток 1*).

Інші харчові речовини — **вітаміни** та **мінеральні солі** — забезпечують нормальний перебіг пластичних та енергетичних процесів, ріст і розвиток організму, захист від хвороб та несприятливих чинників навколишнього середовища. Вони стимулюють нормальне функціонування всіх систем органів людини.

Вітаміни та мінеральні солі належать до незамінних харчових речовин. Організм людини не синтезує ці речовини і тому повинен отримувати їх у готовому вигляді з їжею щодня. Винятками є: вітамін **D**, який утворюється в шкірі під дією ультрафіолетового світла; вітамін **A**, який може синтезуватися з попередників, що надходять в організм з їжею. Вітамін **К** може синтезуватися в достатній кількості бактеріями товстої кишки. Вітаміни та мінеральні солі необхідні людині в дуже малих кількостях — міліграмах або мікрограмах.

Відомо кілька десятків вітамінів. Кожен вітамін має традиційну назву (велика латинська літера — **A**, **B**, **C**, **D**, **E** тощо), інколи із цифровим індексом — $\mathbf{B_1}$, $\mathbf{B_6}$ тощо) та фізіологічну. Наприклад, традиційна назва — вітамін **C**, а фізіологічна назва — аскорбінова кислота.

Вітаміни відрізняються одні від одних складністю будови молекул і фізико-хімічними властивостями, з яких найбільше практичне значення має стійкість до дії високих температур, а також вибіркова здатність розчинятись у воді або жирах. Саме це зумовлює різну фізіологічну дію на організм (див. *табл. 3)*.

Роль вітамінів у процесах обміну речовин вивчав український учений-біохімік Олександр Палладін (див. *форзац*).

Таблиця 3

Вітаміни та їх роль в організмі людини

Назва вітаміну	Участь у фізіологічних функціях організму
	Водорозчинні вітаміни
Вітамін **C**	• підтримує захисні механізми до інфекцій, стійкість до токсичних речовин та стресів; • покращує еластичність кровоносних судин, засвоєння білків та Феруму; • підвищує процеси кровотворення та згортання крові
Вітаміни групи **B** (B_1, B_2, B_6, B_{12} та інші)	• регулюють вуглеводний, білковий, жировий і мінеральний обміни; • забезпечують енергетичні процеси; • впливають на функцію нервової системи
	Жиророзчинні вітаміни
Вітамін **A**	• необхідний для нормального зору, росту, формування зубів і кісток; • бере участь в енергетичному обміні; • зміцнює волосся, нігті; • підвищує стійкість організму до інфекційних, простудних захворювань
Вітамін **D**	• стимулює ріст організму; • прискорює окостеніння скелету та загоєння переломів кісток, виведення Плюмбуму з організму; • забезпечує міцність кісток
Вітамін **E**	• забезпечує нормальну репродуктивну функцію; • позитивно впливає на стан та функції кровоносних судин; • стимулює м’язову діяльність; • сприяє нагромадженню вітаміну А у внутрішніх органах
Вітамін **K**	• бере участь в енергетичних процесах, у згортанні крові; • нормалізує процеси руйнування червоних кров’яних клітин; • посилює синтез травних ферментів тощо

Мінеральні солі в організмі людини входять до складу клітин. Крім того, певна кількість неорганічних солей необхідна для здійснення обміну речовин, пов'язаного з виведенням із клітини та надходженням до неї різних хімічних сполук. Наприклад, солі Кальцію і Фосфору потрібні для побудови кісткової тканини. Наявність солей Кальцію — необхідна умова згортання крові. Солі Натрію і Калію потрібні для роботи нервових та м'язових клітин. Солі Феруму входять до складу гемоглобіну й беруть участь у перенесенні кисню кров'ю.

З неорганічних сполук найбільше в організмі **води**. Її вміст у різних органах і тканинах неоднаковий. Що вища інтенсивність обміну речовин у тій чи іншій тканині, то більше вона містить води. Так, мозок дорослої людини містить 86 %, печінка — 70 %, кістки — 20 % води. У дорослої людини вміст води становить у середньому 66 % маси тіла. Вода виконує багато функцій: збереження об'єму та пружності клітин; розчинення різних хімічних речовин; виведення продуктів обміну з клітини та організму загалом; є середовищем проходження всіх хімічних процесів; захищає цитоплазму клітини від різких перепадів температури, чим сприяє терморегуляції клітини й організму загалом. Унікальні властивості води визначаються структурою її молекули. *Пригадайте з курсу хімії будову молекули води.*

Вода виводиться з організму із сечею, калом, потом, з видихуваним повітрям. Ці втрати компенсують щоденним надходженням в організм 2,5–3 л води. З них близько 1 л людина отримує з їжею.

Їжа. Компоненти їжі. Харчові продукти. Енергетична цінність харчових продуктів. Білки. Жири. Вуглеводи. Вітаміни. Мінеральні солі. Вода

1. Що таке їжа? **2.** Назвіть компоненти їжі. **3.** Що таке харчові продукти? **4.** Які харчові речовини належать до основних? Чому? **5.** Поясніть функціональне значення для організму білків, жирів і вуглеводів. **6.** Що таке енергетична цінність харчових продуктів? У чому вона вимірюється? **7.** Поясніть функціональне значення для організму мінеральних солей та вітамінів. **8.** На основі даних таблиці 3 наведіть приклади водорозчинних та жиророзчинних вітамінів. **9.** Яка роль води в організмі людини? **10.** Охарактеризуйте їжу як джерело енергії. **11.** Які компоненти їжі називаються нехарчовими? Наведіть приклади. **12.** Яке значення для організму мають нехарчові компоненти їжі?

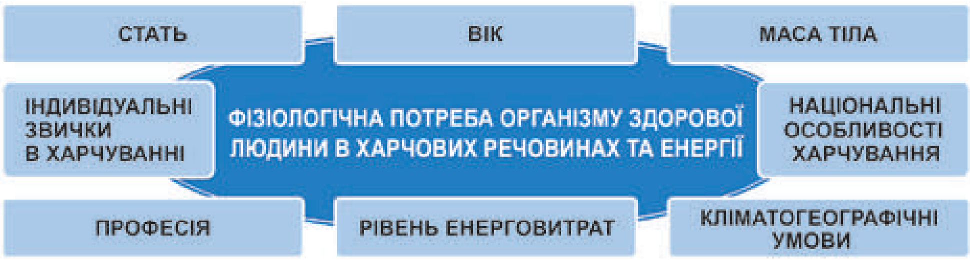
13. Як ви вважаєте, у чому полягають наслідки значної втрати організмом води? **14.** В аптеках є широкий вибір штучно синтезованих вітамінів. Як ви вважаєте, чи доцільно їх уживати? **15.** Дайте фізіологічне обґрунтування висловлюванню «Ми їмо, щоб жити, а не живемо, щоб їсти».

16. Особливе занепокоєння сьогодні викликає проблема виготовлення харчових продуктів із генетично модифікованих організмів (ГМО). Що вам відомо про цю проблему? Опираючись на відомості з додаткових джерел, висловте своє ставлення до використання генетично модифікованих харчових продуктів.

§ 7. Харчові та енергетичні потреби людини

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я» принципи харчування. Як пов'язана калорійність харчування з фізичними навантаженнями?

Енергетичні потреби організму. Потреба кожної людини в харчових речовинах та енергії належить до основних фізіологічних потреб. Проте потреба в кількості харчових речовин у кожної людини є різною та залежить від багатьох чинників (іл. 19).



Іл. 19. Чинники, які впливають на фізіологічну потребу здорової людини в харчових речовинах та енергії

Органічні речовини, які надходять в організм людини з їжею, є будівельним матеріалом для клітин і джерелом енергії, що необхідна для забезпечення його життєдіяльності. Вам уже відомо, що при окисненні вуглеводів і білків виділяється по 17,2 кДж/г, а жирів — 39,1 кДж/г енергії. 1 г жирів містить найбільше калорій, а тому може дати більше енергії. Але процес розщеплення проходить повільно, й енергія витрачається в основному не на постачання безперервних процесів життєдіяльності, а зберігається про запас. Під час окиснення білків виділяється стільки ж енергії, як і під час окиснення вуглеводів. Проте білки є швидше пластичним матеріалом, ніж енергетичним. Тому основним джерелом енергії для нашого організму є вуглеводи.

Енергетичні потреби людини зумовлені багатьма чинниками (іл. 19). Вони залежать від віку, статі, фізичної активності людини тощо. У цьому ви можете переконатися, проаналізувавши цифрові дані добових потреб в енергії, подані в таблиці *додатку 2*.

Важливим чинником, що впливає на фізіологічну потребу в енергії, є *рівень енерговитрат*. Енергетичні витрати організму впродовж доби мають забезпечити передусім підтримання життєво важливих функцій у стані спокою, а також виконання різноманітних видів діяльності. Мінімальні витрати органічних речовин у стані спокою організму становлять *основний обмін*. Основний обмін зумовлений тим, що організму постійно доводиться витрачати енергію, необхідну для підтримання сталої температури тіла, забезпечення діяльності серця, легень та інших органів. Наприклад,

у 18-річного юнака, маса якого 70 кг, для основного обміну розхід енергії становить 7 333 кДж за добу. Це означає, що за максимального спокою в його організмі має розщепитися стільки білків, жирів і вуглеводів, скільки необхідно для вивільнення 7 333 кДж енергії. Величина основного обміну залежить від віку, статі та маси тіла людини (див. *табл. 4*).

Таблиця 4

Добові енерговитрати на основний обмін організму

Маса тіла, кг	Стать / Вік	Добові енерговитрати, кДж			
		18–29 років	**30–39 років**	**40–59 років**	**60–74 роки**
60	чол.	6662	6285	5908	5447
	жін.	5782	5615	5447	5154
70	чол.	7333	6914	6495	5992
	жін.	6411	6243	6034	5698
80	чол.	8045	7584	7123	6578
	жін.	7039	6830	6620	6285

Для розрахунку добових енерговитрат фізично активної дорослої людини необхідно величину добової енерговитрати основного обміну, відповідну статі, віку й масі тіла, помножити на відповідний *коефіцієнт фізичної активності* (КФА — наведений у таблиці *додатку 2*). Наприклад, для 20-річної студентки, маса якої 60 кг (тобто належить до I групи працівників розумової праці з КФА = 1,4), енерговитрати за добу становитимуть: 5 782 кДж · 1,4 = 8 094,8 кДж.

Харчові потреби людини. Харчові потреби людини безпосередньо пов'язані з її енергетичними витратами. Разом з їжею людина повинна отримувати таку кількість енергії, щоб забезпечити підтримання життєдіяльності організму та виконання різноманітних видів діяльності. Це є однією з основних засад раціонального харчування, яке сприяє збереженню здоров'я, опірності шкідливим чинникам навколишнього середовища, високій фізичній та розумовій працездатності.

Насамперед харчування за *енергетичною цінністю харчових продуктів* добового раціону має **відповідати енергетичним витратам** організму. Харчування має забезпечувати *якісну повноцінність* добового раціону, тобто бути **збалансованим** — містити оптимальну кількість білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних солей та води (див. табл. *додатку 1–3*). *Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», яким має бути співвідношення білків, жирів та вуглеводів у добовому харчовому раціоні.*

РАЦІОНАЛЬНЕ ХАРЧУВАННЯ (від лат. *ratio* [раціо] — розумний) — це фізіологічно повноцінне харчування здорових людей з урахуванням їх віку, статі, характеру праці та інших чинників.

ЗБАЛАНСОВАНЕ ХАРЧУВАННЯ — це харчування, за якого задовольняється добова потреба організму в енергії, а також підтримується оптимальний баланс мінеральних солей, вітамінів та води.

НОРМА ХАРЧУВАННЯ — це кількість їжі, її компонентів, яка зумовлює нормальний стан здоров'я людей різного віку, статі, способу життя та праці, відповідає біологічній природі людини.

ХАРЧОВИЙ РАЦІОН — набір продуктів, необхідний людині на певний період часу (зазвичай це доба або тиждень).

Теоретично для задоволення енергетичних потреб організму білки, жири та вуглеводи можуть взаємно замінюватися. Проте кожна з цих речовин має специфічні властивості та вплив на організм (див. *табл. 1–3*). Тому заміна в харчовому раціоні одних органічних речовин іншими призводить до порушення функцій організму.

Важливим для організму людини є дотримання **режиму харчування**. Найраціональнішим є чотириразове харчування: *перший варіант* передбачає сніданок, другий сніданок, обід і вечерю; *другий* — сніданок, обід, підвечірок і вечерю. Відповідно до фізіологічних потреб організму, доцільний такий розподіл енергетичної цінності добового раціону: на перший сніданок — 25–30 %; на другий сніданок (чи підвечірок) — 10–15 %; на обід — 40–45 %; на вечерю — 20 %. За чотириразового режиму харчування проміжки між прийманнями їжі не повинні перевищувати 4–5 год.

Підготовка продуктів харчування до споживання та їх кулінарна обробка повинні забезпечувати високі смакові якості, поживність та засвоюваність їжі. Щоб продукти не втрачали харчової цінності, необхідно дотримувати правил їх *зберігання* (особливо температурного режиму) та *приготування з них страв*. Найбільше вітамінів містять свіжі продукти, зберігання погіршує їх якість. Унаслідок тривалого варіння очищених овочів до 20–30 % мінеральних солей переходить у відвар. Мінеральні солі втрачаються і в разі неправильного розморожування м'яса та риби. Тому не слід довго вимочувати продукти або виливати овочеві відвари (їх можна використовувати для приготування супів). Мінеральний склад їжі краще зберігається в разі варіння овочів у шкірочці з подальшим очищенням або ж запікання їх у духовці чи приготування на пару.

Їжа має бути нешкідливою щодо токсичності, тобто в продуктах, готових стравах не має бути токсичних речовин у шкідливих для організму концентраціях. Їжа має бути епідемічно безпечною: у ній не повинно бути збудників інфекційних захворювань — бактерій, вірусів, грибків, найпростіших, яєць гельмінтів тощо.

Слід мати на увазі: як надмірне, так і недостатнє харчування негативно впливає на здоров'я людини. Науковці стверджують, що люди, маса тіла яких на 30 % перевищує норму, живуть на 10–15 років менше, ніж люди з нормальною масою. *Дослідницький практикум дозволить вам встановити вашу масу та зріст та їх відповідність нормам.*

Енергетичні потреби організму людини. Енергетичні витрати. Харчові потреби організму

За нестачі в організмі того чи іншого вітаміну розвивається захворювання *гіповітаміноз*, за цілковитої відсутності — *авітаміноз*, а за надлишку — *гіпервітаміноз*. Гіпо- та авітамінози можуть розвиватися внаслідок порушень обміну речовин, спричинених нестачею або відсутністю вітамінів у харчових продуктах; за наявності захворювань травної системи, коли вітаміни не всмоктуються; від надмірного вживання антибіотиків чи інших лікарських препаратів, які вбивають бактерії кишечнику, що синтезують деякі вітаміни. З метою запобігання авітамінозу та гіповітамінозу слід уживати натуральні рослинні й тваринні харчові продукти, що містять увесь комплекс вітамінів.

1. Які чинники впливають на фізіологічну потребу людини в харчових речовинах та енергії? **2.** Що є основним джерелом енергії для організму людини? **3.** Що таке основний обмін речовин? **4.** Як розрахувати добові енерговитрати фізично активної дорослої людини? **5.** Що таке раціональне харчування? Назвіть основні його принципи. **6.** Що означає вислів «збалансованість харчового раціону»? Яке його значення для організму людини? **7.** Що потрібно робити, аби продукти не втрачали харчової цінності? **8.** Як пов'язані між собою харчові й енергетичні потреби організму?

9. ***Розв'яжіть задачі.*** 1. Школяр отримує разом з їжею достатню кількість жирів, надлишок вуглеводів та недостатню кількість білків. Спрогнозуйте можливі зміни в стані здоров'я школяра. 2. Протягом зими людина вживала хліб та консервовані продукти. Спрогнозуйте можливість виникнення в цієї людини захворювань. 3. Учень, склавши добовий раціон харчування, отримав такі результати: на вечерю припадає 50 % добового раціону; кількість вуглеводів щодо інших органічних речовин становить понад 80 %, а білків — менше ніж 10 %. Проаналізуйте отримані учнем результати з точки зору принципів раціонального харчування.

10. Важливими чинниками, що впливають на фізіологічні енергетичні потреби людини, окрім розглянутих, є: кліматогеографічні умови проживання, індивідуальні звички в харчуванні, особливості національної кухні. Користуючись додатковими джерелами інформації, доведіть вплив одного з них (*на вибір*). **11.** Виконайте проект на тему **«Збалансоване харчування».**

12. На основі спостережень за власним харчуванням визначте, яку частину в ньому займає свіжоприготовлена їжа, а яку — їжа швидкого харчування (фаст-фуд). Чи є загроза вашому здоров'ю? Відповідь обґрунтуйте. **13.** Використовуючи текст параграфа, дані *таблиці 4* та *додатків 1–3*, проаналізуйте свій добовий раціон. Зіставте харчову цінність (уміст поживних речовин) продуктів вашого раціону з показами таблиці у *додатку 2* «Норми добової потреби людей в білках, жирах, вуглеводах та енергії» для вашого віку. Чи можна вважати ваше харчування раціональним? Чому?

Дослідницький практикум

Тема: **Самоспостереження за співвідношенням маси і зросту тіла.**

Мета: визначити відношення маси й зросту свого тіла та зробити орієнтовну оцінку його відповідності нормам статево-вікової групи.

Обладнання та матеріали: ростомір, вага (медична).

Хід дослідження

1. Виміряйте масу та зріст свого тіла.

2. Обчисліть індекс маси тіла (ІМТ) за формулою:

$$\text{ІМТ}, \textit{кг/м}^2 = \frac{\text{маса тіла}, \textit{кг}}{(\text{зріст}, \textit{м})^2};$$

Якщо ІМТ становить 18,5–25,0 кг/м² — у вас нормальна маса тіла, нижчий від 18,5 — недостатня маса, 25–30 — надлишкова маса, вищий від 30 — ожиріння.

3. Обчисліть зросто-масовий індекс (ЗМІ). Для цього використайте відповідно до свого зросту формулу розрахунку ЗМІ:

ЗМІ, кг = Зріст – 95 (якщо ваш зріст нижчий, ніж 155 см);

ЗМІ, кг = Зріст – 100 (якщо ваш зріст 155–164 см);

ЗМІ, кг = Зріст – 105 (якщо ваш зріст 165–175 см);

ЗМІ, кг = Зріст – 110 (якщо ваш зріст вищий, ніж 175 см).

У результаті ви отримаєте оптимальне значення показника маси свого тіла.

4. Оцініть масу свого тіла за обчисленими показниками ІМТ та ЗМІ.

5. Зробіть висновок щодо відповідності отриманих даних нормам вашої статево-вікової групи.

Узагальнення

Обмін речовин та перетворення енергії — загальна властивість організму людини, що охоплює всі процеси хімічного перетворення: від надходження речовин з навколишнього середовища до виведення кінцевих продуктів розпаду назовні. Обмін речовин здійснюється в усіх структурах організму, але остаточне розщеплення й утворення сполук, властивих для людського організму, відбувається у клітинах.

Для обміну речовин важливим є збалансоване харчування, тобто вживання повноцінної їжі, яка містить насамперед збалансовану кількість білків, жирів і вуглеводів, а також мінеральних солей, вітамінів і води. Потреба організму в цих речовин зумовлена їх функціональним значенням.

Тема 2. ТРАВЛЕННЯ

Сирий матеріал, що надходить у завод, проходить довгий ряд цехів, у яких він піддається відомій механічній і головним чином хімічній обробці й через бокові ворота переводиться в магазини тіла.

Іван Павлов, російський фізіолог, лауреат Нобелівської премії (1904 р.)

§ 8. Огляд будови травної системи

Пригадайте, які типи травлення характерні для тварин. Як ускладнювалась будова травної системи в хребетних тварин?

ТРАВЛЕННЯ — це сукупність процесів, що забезпечують механічну і хімічну обробку їжі в організмі людини. У результаті цього складні хімічні речовини перетворюються на прості, що легко засвоюються організмом.

ПОЗАКЛІТИННЕ ТРАВЛЕННЯ — перетравлювання їжі в особливих порожнистих органах (травній системі). Воно завершується пристінковим травленням і всмоктуванням.

ПРИСТІНКОВЕ (МЕМБРАННЕ) ТРАВЛЕННЯ — травлення, що відбувається за участі ферментів на поверхні слизової оболонки тонкої кишки.

ФЕРМЕНТИ — біологічно активні речовини, здатні пришвидшувати хімічні перетворення органічних речовин в органах травної системи.

Функції травної системи. Життєдіяльність людини можлива за умови неперервного надходження їжі. Більшість харчових продуктів використовується організмом завдяки попередній обробці. Вона полягає в механічній переробці їжі та хімічному розщепленні її органічних сполук на простіші розчинні сполуки, які надходять у кров, а далі — у клітини.

Хімічні перетворення органічних речовин відбуваються під впливом особливих речовин — ферментів, які прискорюють ці процеси.

Вам відомо, що у тварин існує три типи травлення: внутріклітинне, позаклітинне та пристінкове (мембранне). Для людини, як і для вищих тварин, характерними є позаклітинне та пристінкове травлення. Ці типи травлення здійснює спеціальна система органів — *травна система*.

До виконуваних травною системою функцій належать:

- *секреторна* (розщеплення речовин під дією ферментів та мікроорганізмів);
- *рухова*, або *моторна* (жування, ковтання, переміщення їжі у травному тракті);
- *всмоктування поживних речовин* (відбувається в різних відділах травного тракту, особливо в тонкій і товстій кишках);
- *видільна* (виведення з організму неперетравлених решток їжі).

Будова травної системи (іл. 19). *Пригадайте, які органи належать до травної системи людини.*

Травний тракт, або **травна трубка,** — це порожниста трубка завдовжки 8–10 м. Травний тракт починається *ротовою порожниною*, яка утворена

спереду *губами*, збоку — *щоками*, зверху — *піднебінням* (твердим і м'яким) і ззаду переходить у *глотку*. Ротова порожнина обмежена *верхньою* та *нижньою щелепами*, у комірках яких містяться *зуби* (іл. 20, 21).

У ротову порожнину відкриваються протоки слинних залоз, які виділяють секрет — *слину*.

Глотка з'єднує ротову порожнину зі стравоходом.

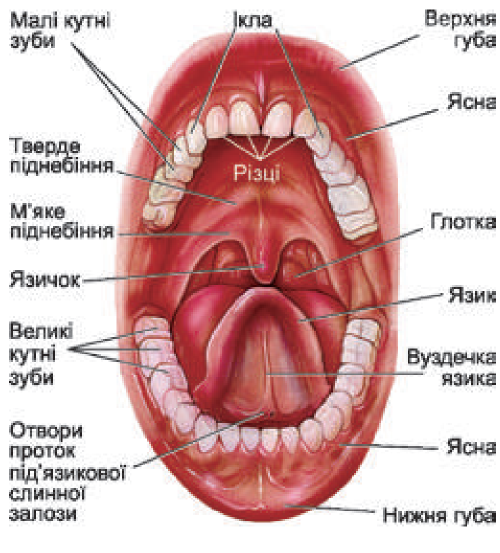
Стравохід — це м'язова трубка завдовжки 23–25 см, якою внаслідок хвилеподібних скорочень її стінок просувається харчова грудка. Стравохід переходить у *шлунок* — розширений відділ травного тракту, де їжа затримується і перемішується (іл. 20).



Іл. 20. Травна система людини

Зі шлунку харчова грудка потрапляє в *тонку кишку* — найдовшу частину травного тракту і головний орган травлення. Вона утворює чимало петель, які займають значну частину черевної порожнини. Довжина тонкої кишки дорослої людини становить близько 4,5 м.

У початковий відділ тонкої кишки — *дванадцятипалу кишку* — впадають протоки *печінки* та *підшлункової залози* (іл. 20).



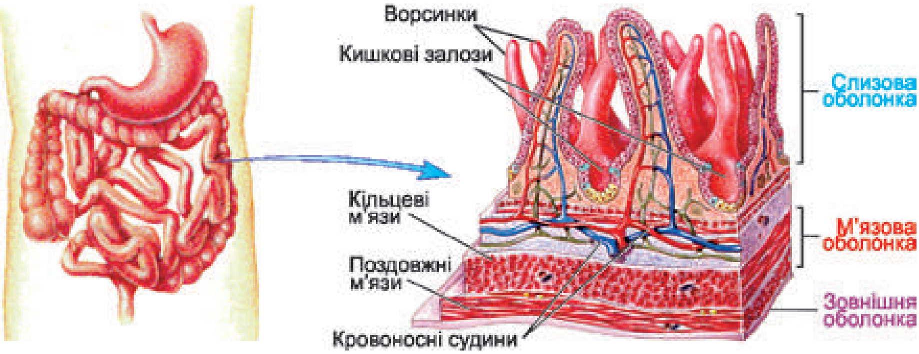
Іл. 21. Ротова порожнина

Тонка кишка переходить у *товсту кишку*. На початку товста кишка утворює мішкоподібну випуклість — *сліпу кишку*, від якої донизу відходить червоподібний відросток — *апендикс*. Цей невеликий орган 8–15 см завдовжки є недорозвиненим кінцем сліпої кишки. Апендикс є ще й лімфоїдним органом, який виконує захисну функцію.

Довжина товстої кишки становить 1,5 м, а діаметр — у 2–3 рази більший, ніж тонкої кишки. Сформовані

в товстій кишці калові маси потрапляють у її кінцевий відрізок — *пряму кишку*, яка закінчується *анальним отвором*. Він забезпечує виведення неперетравлених частинок їжі за межі організму.

Стінки травного тракту (іл. 22) складаються з трьох *основних* оболонок. *Зовнішня оболонка* утворена сполучною тканиною, *середня* — м'язовою, *внутрішня* (слизова) *оболонка* — епітеліальною тканиною. Слизова оболонка має складчасту поверхню, у ній є багато дрібних *залоз*, які виробляють і виділяють у порожнину трубки травні соки. М'язова оболонка утворена двома шарами непосмугованих м'язів: зовнішній шар — поздовжніми м'язами, а внутрішній — кільцевими. М'язи, скорочуючись хвилеподібно, проштовхують їжу вздовж травного тракту. М'язовий шар шлунку, на відміну від інших відділів травного тракту, складається з трьох шарів м'язів: поздовжніх, кільцевих і косих (іл. 28). Скорочення цих м'язів забезпечує перемішування їжі зі шлунковим соком.



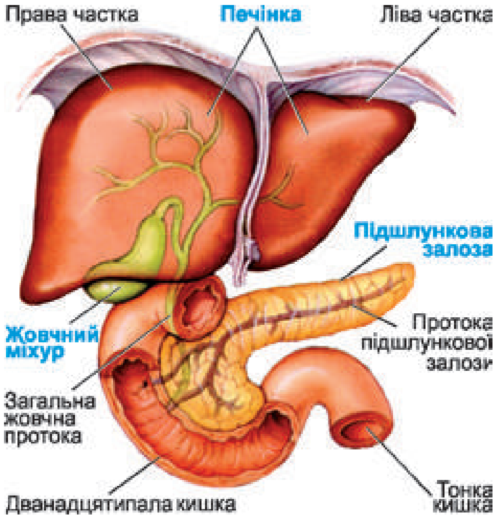
Іл. 22. Будова стінки травного тракту

Травні залози — це органи, у яких виробляються й виділяються травні соки, що беруть участь у травленні. До них належать: *печінка*, *підшлункова залоза* (іл. 23), *слинні залози* (іл. 20, 21), *залози слизової оболонки шлунку* (іл. 28) та *кишечнику* (іл. 30). Печінка, підшлункова та слинні залози розташовані поза травним трактом. Травні соки, що виробляються в них, надходять до порожнини травного тракту по протоках. Основними складовими травних соків є *ферменти*. Одні групи ферментів розщеплюють вуглеводи, інші — білки, ще інші — жири.

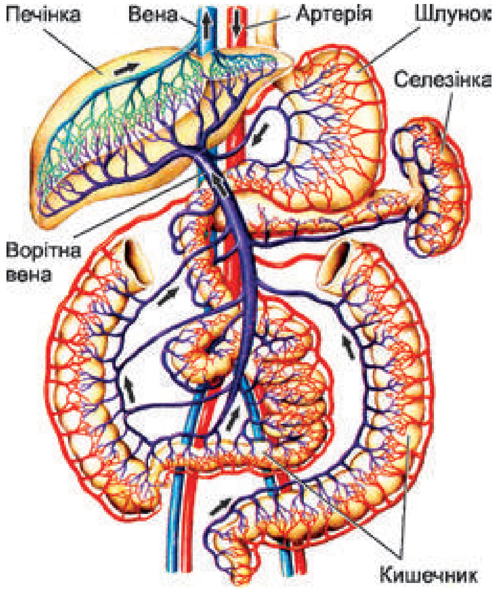
Печінка (іл. 23) — найбільша залоза організму людини, маса її сягає 1,5 кг. Вона поділяється на дві нерівні частки: праву (масивнішу) й ліву (меншу). Клітини печінки виробляють *жовч*, яка накопичується в жовчному міхурі. Крім цього, печінка виконує *бар'єрну функцію*, оскільки через неї проходить венозна кров, яку ворітна вена печінки збирає від травного тракту, підшлункової залози та селезінки (іл. 24).

Шкідливі речовини, токсини, що потрапили в кров із травного тракту, в печінці знешкоджуються. Ворітна вена, входячи через ворота печінки, розгалужується й утворює величезну сітку капілярів, які віддають печінковим клі-

тинам токсичні речовини, бактерії тощо. Особливо багато шкідливих речовин потрапляє з кишечнику, адже там відбуваються процеси бродіння, а інколи й гниття, які супроводжують процес травлення.



Іл. 23. Печінка та підшлункова залоза



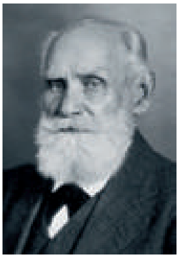
Іл. 24. Ворітна вена печінки

Підшлункова залоза (завдовжки 12–15 см) розташована в петлі дванадцятипалої кишки (іл. 23). Вона виробляє ферменти, що розщеплюють білки, жири, вуглеводи, а також продукує деякі гормони.

Травлення. Травна система. Органи травного тракту. Травні залози. Печінка. Підшлункова залоза

Сьогодні існує багато методів дослідження органів травлення: зондування, ендоскопія, лапароскопія, рентгенографія, ультразвукова діагностика, сканувальна томографія тощо.

Засновником сучасних методів дослідження органів травлення є російський фізіолог зі світовим ім'ям Іван Павлов. Його відкриття в галузі фізіології травлення увійшли в золотий фонд світової науки. Суть запропонованого ним методу полягає в накладанні фістули — штучного з'єднання протоків залози чи порожнини травного органа із зовнішнім середовищем. Фістула дозволила отримувати травні соки в чистому вигляді. Досліди І. Павлова довели, що слина та шлунковий сік виділяються рефлекторно.



Іван Павлов (1849–1936)

1. Що таке травлення? **2.** Які типи травлення є характерними для людини? **3.** Які функції виконує травна система? **4.** Що називають травним трактом? Які органи входять до його складу? **5.** Які органи входять до складу ротової порожнини? **6.** Назвіть травні залози. Яка їх роль у травленні? **7.** Які органи травної системи не є частиною травного тракту? Як вони з ним сполучаються? **8.** Схарактеризуйте печінку й підшлункову залозу як травні

залози. **9.** У чому полягає бар'єрна функція печінки? **10.** Які оболонки розрізняють у стінці травного тракту?



11. У чому виявляється відповідність структури і функцій органів травлення? (Показати на прикладі одного з органів). **12.** З чим пов'язана наявність третього шару м'язів у стінці шлунку? **13.** Прокоментуйте висловлювання Іван Павлова, винесене як епіграф до теми.



14. Використовуючи додаткові джерела інформації, підготуйте повідомлення про: а) сучасні методи дослідження органів травлення; в) відкриття Івана Павлова в галузі фізіології травлення (*на вибір*).

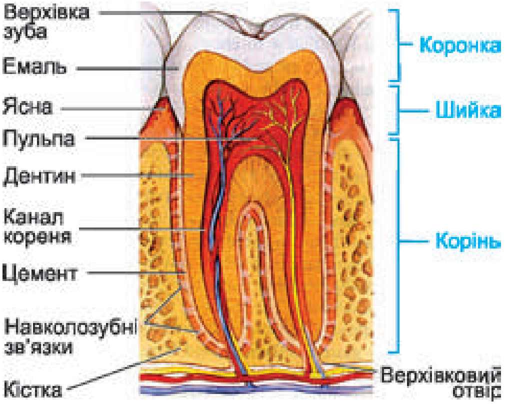
§ 9. Травлення в ротовій порожнині. Ковтання

Пригадайте особливості будови зубів у ссавців, спричинені характером їжі. Які правила гігієни ротової порожнини вам відомі з курсу «Основи здоров'я»?

Підготовлена до вживання їжа надходить у ротову порожнину — початок травного тракту. Саме тут розпочинається процес перетравлювання їжі — механічна та хімічна її обробка.

Механічна обробка їжі. У ротовій порожнині (іл. 21) їжа аналізується губами та язиком. Губи визначають температуру їжі та частково її консистенцію. Язик аналізує смакові якості їжі — кисле, солодке, солоне чи гірке. Язик — це рухомий м'язовий орган, укритий слизовим епітелієм. Серед епітеліальних клітин міститься близько 2 000 *смакових сосочків* (рецепторів), які забезпечують усю різноманітність смакових відчуттів.

В аналізі їжі беруть участь і зуби. Зубами ми відчуваємо температуру й твердість харчових частинок. Жувальні м'язи рухають нижню щелепу відносно верхньої, зуби при цьому подрібнюють їжу, язик перемішує її зі слиною. Перемішування подрібненої їжі в ротовій порожнині відбувається також за участі м'язів щік. Слина розмочує їжу під час пережовування, сприяє формуванню *харчової грудки*, полегшує ковтання та проходження їжі в стравоході. Добре пережована їжа краще засвоюється і сприяє збереженню здорового травного тракту. Подрібнена їжа краще просувається по травному тракту. Усе це сприяє швидкому й повнішому перетравлюванню, всмоктуванню та засвоєнню їжі.



Іл. 25. Будова зуба

Будова зубів. Протягом життя в людини послідовно розвиваються два типи зубів — молочні (20 зубів) і постійні (32 зуби). Молочні зуби закладаються ще в утробний період, а з'являються з 6 місяців до 2 років. До 10–12 років вони повністю замі-

нюються постійними зубами. Остання пара зубів (так звані зуби мудрості) з’являється у 20–25 років.

Кожний зуб складається з *коронки*, *шийки* та *кореня* (іл. 25). Коренем зуб кріпиться в щелепі. Частину зуба, яка виступає в ротову порожнину й контактує з їжею, називають коронкою. Звужену частину зуба, яка розташована на межі між коронкою та коренем і міститься в яснах, називають шийкою. Усередині зуба є *порожнина*.

Зуб побудований з *дентину* — твердої зубної тканини (містить 70 % мінеральних солей). Товщина шару дентину в різних частинах зуба коливається в межах 2–6 мм. Зовні коронку зуба покриває *емаль* — дуже тверда зубна тканина (містить 95 % мінеральних солей) білого чи злегка жовтуватого кольору. Вона захищає дентин і пульпу від дії зовнішніх чинників. Емаль є найтвердішою тканиною людського організму, що, зруйнувавшись, не відновлюється. *Пригадайте, за яких умов емаль може стиратися й тріскатися.*

Корінь та шийка зуба покриті *цементом* — різновидом кісткової тканини. На відміну від кістки, він містить більше фосфату Кальцію. Завдяки цементу зуб щільно кріпиться в щелепі. Порожнина зуба заповнена пульпою — пухкою сполучною тканиною зі значною кількістю кровоносних судин і нервових волокон.

Типи зубів. Людина — істота всеїдна, тому має *диференційовані зуби*, які пристосовані для виконання різноманітних функцій. Залежно від функцій зуби за анатомічною формою поділяють на чотири типи: *різці, ікла, малі кутні* й *великі кутні* (іл. 21, 26).



Іл. 26. Типи зубів:
1 — різець; 2 — ікло;
3 — малий кутній зуб;
4 — великий кутній зуб

Спереду на верхній і нижній щелепах є по 4 плоскі різці, функція яких полягає у відрізанні шматків їжі. Різці мають один корінь та долотоподібну форму коронки. Позаду різців містяться ікла. Вони мають один корінь і конічну форму коронки. Функція ікла — утримувати та шматкувати їжу. Позаду ікл з кожного боку є по 2 малі і по 3 великі кутні зуби. Для кутніх зубів характерна горбиста жувальна поверхня. Малі кутні зуби забезпечують подрібнення їжі. Вони мають один корінь (зазвичай верхній перший малий кутній зуб має роздвоєний корінь) й округлу форму коронки. Великі кутні зуби забезпечують розтирання їжі. Вони мають кубоподібну форму коронки, три (верхні зуби) або два (нижні зуби) корені.

Змикання верхніх різців з нижніми називають *прикусом*. Якщо верхні різці займають положення дещо попереду нижніх, це посилює їхню ріжучу дію. Такий прикус вважають правильним.

Лабораторне дослідження

Тема. **Зовнішня будова зубів.**

Мета: дослідити зовнішню будову зуба; визначити тип зуба; виявити особливості, за якими можна розпізнати різні типи зубів; установити та обґрунтувати взаємозв'язок між анатомічним типом зуба та функціями, які він виконує.

Обладнання: набір муляжів або моделей: «Людська щелепа», «Зуб», «Типи зубів».

Хід дослідження

1. Розгляньте муляж (модель) зуба. Знайдіть коронку, корінь та шийку зуба. Схематично зобразіть у зошиті зовнішню будову зуба та підпишіть його складові.
2. З'ясуйте: а) яку форму має коронка зуба; б) скільки коренів має зуб.
3. Визначте, до якого типу належить досліджуваний зуб.
4. Порівняйте розглянуту модель зуба з іл. 26.
5. Зробіть висновок про особливості зовнішньої будови зуба у зв'язку з функціями, які він виконує.

Хвороби зубів та їх профілактика. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), 70 % людей потребують лікування зубів. Серед чинників, які спричинюють захворювання зубів, виділяють такі: недотримання гігієни зубів і ротової порожнини, характер харчування, режим життя, стреси, несприятлива екологічна ситуація. Розвиток захворювань зубів залежить від індивідуальних особливостей організму, стану імунітету, спадковості.

Найпоширенішою хворобою зубів є ***карієс***. Він виникає внаслідок дії на емаль кислот, що утворюються під час розпаду їжі й розчиняють її мінеральні солі. Найнебезпечнішою є молочна кислота, що утворюється в процесі розщеплення вуглеводів. Через пошкоджену емаль ушкоджується і дентин. У пошкоджені зуби проникають мікроорганізми, які ще більше їх руйнують, і, поширюючись по всьому організму, можуть спричиняти інфекційні захворювання. Розвиткові карієсу сприяють також нестача вітамінів (особливо вітамінів групи В і вітаміну D), солей Кальцію, Фосфору, Флуору тощо. Якщо в ротовій порожнині нагромаджується велика кількість бактерій, вони можуть викликати запалення ясен — ***пародонтоз***. Недотримання гігієнічних вимог догляду за зубами призводить до того, що зубний наліт стає твердим і перетворюється на зубний камінь, який вже не можна видалити за допомогою зубної щітки.

До основних напрямків профілактики захворювань зубів належать такі: дотримання здорового способу життя, раціональне харчування, гігієна ротової порожнини.

Із правилами гігієни ротової порожнини ви ознайомлені з курсу «Основи здоров'я», тому коротко зупинимось на деяких основних правилах догляду за зубами. Адже здорові зуби — запорука хорошої механічної обробки їжі, успішного дальшого перетравлення її, створення оптимальних умов для роботи шлунку й кишечнику. Гарні зуби — окраса обличчя людини.

Як правильно доглядати за зубами?

- Чистити зуби вранці й увечері.
- Після чищення зубів використовувати зубну нитку (флос), а потім ополіскувач.

● Раз на півроку відвідувати стоматолога.

● Якщо виникають певні проблеми із зубами та яснами, больові відчуття чи набряки, слід негайно звернутися до стоматолога.

Як обрати зубну щітку й пасту?

● Необхідно враховувати стан порожнини рота, наявність захворювань ясен, зубного нальоту, викривленість, скупченість зубів, наявність ортодонтичних конструкцій тощо.

● Звертати увагу на основні характеристики сучасних зубних паст і щіток. Щоб не помилитися, краще звернутися за порадою до стоматолога. Він професійно визначить стан ротової порожнини та допоможе дібрати відповідну зубну пасту й щітку.

● Зубну щітку слід міняти раз на 4–6 місяців, а за парадонтозу — раз на два місяці.

Що найбільше шкодить нашим зубам?

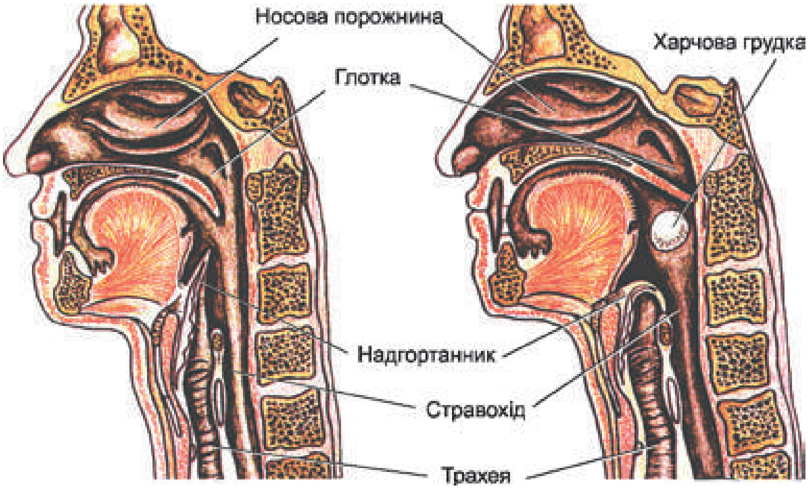
● Погана гігієна ротової порожнини, кисла та солодка їжа.

● Куріння, чай у пакетиках і «кольорова їжа» негативно впливають на колір зубів.

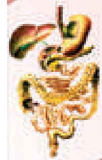
Хімічна обробка їжі. Щоденно в людини утворюється близько 2 л слини, яку виділяють великі *слинні залози* (привушні, підщелепні та під'язикові) та значна кількість дрібних *щічних залоз*, розташованих у порожнині рота (іл. 20). Слина є сумішшю секретів усіх слинних залоз. Це безбарвна в'язка рідина, яка має слаболужну реакцію і на 98–99 % складається з води. Слина містить мінеральні й органічні речовини, серед яких є ферменти (*амілаза, мальтаза*). Вони розщеплюють складні вуглеводи (крохмаль, глікоген) до простих і частково до глюкози. Завдяки наявності в слині білкової слизової речовини — *муцину* — відбувається формування харчової грудки. У слині є речовина *лізоцим*, яка має антибактеріальні властивості.

Склад, кількість і властивості слини залежать від характеру їжі, стану організму тощо. Якщо споживається рідка їжа — слини виділяється менше. Якщо їжа суха — кількість слини збільшується і вона стає рідшою.

Ковтання (іл. 27). Сформована в ротовій порожнині харчова грудка рухами язика та щік спрямовується до кореня язика. Подразнення рецепторів коре-



Іл. 27. Процес ковтання



ня язика супроводжується підняттям м’якого піднебіння, завдяки чому їжа не потрапляє в носову порожнину, а скороченням язика проштовхується в глотку. У цей момент відбувається закриття надгортанним хрящем входу в гортань, завдяки чому їжа не потрапляє в дихальні шляхи.

Після ковтання харчова грудка потрапляє в стравохід, хвилеподібні рухи стінок якого просувають її в шлунок. Між стравоходом і шлунком є сфінктер (м’язове кільце), який у нормальному стані щільно стиснутий і відкривається лише під час проходження їжі зі стравоходу в шлунок, а потім знову закривається, щоб уміст шлунку не потрапив у стравохід.

Регуляція слиновиділення і ковтання. Слиновиділення регулюється нервовою системою. Унаслідок подразнення рецепторів язика і слизової оболонки рота їжею виникають нервові імпульси, які надходять до центру слиновиділення, що міститься в довгастому мозку. Від нього нервові імпульси спрямовуються до слинних залоз, які виділяють слину. Вигляд, запах їжі або навіть думка про неї теж спричиняють виділення слини.

Ковтання є складним рефлекторним актом, обов’язковою умовою якого є збудження рецепторів кореня язика. Це збудження передається в довгастий мозок, де розміщений центр ковтання. Під час ковтання відбувається затримка дихання і прискорюється серцебиття. Людина може впливати на процес ковтання — затримувати або пришвидшувати потрапляння слини або їжі на корінь язика.

Травлення в ротовій порожнині. Механічна обробка їжі. Будова та функції зубів. Захворювання зубів та їх профілактика. Хімічна обробка їжі. Слина. Ферменти слини. Ковтання. Регуляція слиновиділення і ковтання

1. У чому полягає механічна обробка їжі? **2.** Які органи ротової порожнини беруть участь у механічній обробці їжі? **3.** Яке значення зубів у травленні? З яких частин складається зуб та з чого він побудований? **4.** На які типи за анатомічною формою поділяють зуби? **5.** Які захворювання зубів є найбільш поширеними? Чому? **6.** Назвіть основні напрямки профілактики захворювань зубів. **7.** Яка роль слинних залоз у хімічній обробці їжі? **8.** Які ферменти входять до складу слини? **9.** Які органічні речовини розщеплюються в ротовій порожнині? **10.** Як відбувається процес ковтання?

11. У їдальні приготували салат, до складу якого входила картопля, і приправили його оцтом. Як вплине на перетравлення картоплі в ротовій порожнині така приправа? Чому? **12.** Чому відсутність багатьох зубів призводить до погіршення травлення? **13.** Чому рана в роті загоюється значно швидше, аніж рана на поверхні тіла?

14. Щоб пересвідчитись у тому, що відбувається з вуглеводами у ротовій порожнині, проведіть простий дослід. Візьміть шматочок чорного хліба. Ретельно пережуйте його та затримайте на певний час у ротовій порожнині. Що ви відчуваєте? Поясніть чому.



Дослідницький практикум

Тема. **Дія ферментів слини на крохмаль.**

Мета: дослідити вплив ферментів слини на крохмаль; установити та обґрунтувати умови протікання цього процесу.

Варіант 1.

Обладнання та матеріали: шматочки накрохмаленого білого полотна, косметичні палички, розчин йоду, чашки Петрі, пінцети.

Хід дослідження

1. Візьміть два шматочки накрохмаленого білого полотна.
2. Змочивши косметичну паличку слиною, на одному зі шматочків полотна напишіть якусь літеру або намалюйте геометричну фігуру (коло, трикутник, квадрат тощо). Подбайте, щоб тканина була добре зволожена слиною.
3. Зволожений слиною шматок тканини потримайте на долонях 5–7 хв, зігріваючи його подихом.
4. Обидва шматочки тканини покладіть у чашки Петрі та нанесіть на них кілька крапель розчину йоду. Що спостерігаєте? Порівняйте результати дослідів.
5. Зробіть висновок. Про що свідчить зміна забарвлення?

Варіант 2.

Обладнання та матеріали: штатив, 4 пробірки, крохмальний клейстер, хлоридна кислота, лакмус, хімічна склянка, кубики льоду, розчин йоду, піпетка, водяна баня, термометр.

Хід дослідження

1. Наповніть пробірки речовинами (по 1 мл) за схемою, як це зазначено в таблиці.
2. Перевірте за допомогою лакмусового паперу реакцію середовища в кожній пробірці. Запишіть результати у відповідну графу таблиці.

№ проб.	Уміст пробірки	Температура, t °C	Реакція середовища	Забарвлення під дією розчину йоду
1	крохмаль + слина	37 °		
2	крохмаль + слина	0 °		
3	крохмаль + слина + HCl	37 °		
4	крохмаль + вода	37 °		

3. Нагрійте воду на водяній бані (до 37 °C) і поставте туди пробірки №№ 1, 3, 4. У хімічну склянку налийте холодної води, покладіть туди кілька кубиків льоду й помістіть у неї пробірку № 2.
4. За 15–20 хв додайте в кожну пробірку по 2–3 краплі розчину йоду. Зазвичай за наявності крохмалю розчин змінює своє забарвлення на фіолетове. У якій із пробірок забарвлення відрізняється від типового фіолетового? Чому?
5. Зробіть висновок: чи впливають ферменти слини на крохмаль? За яких умов відбувається процес розщеплення?

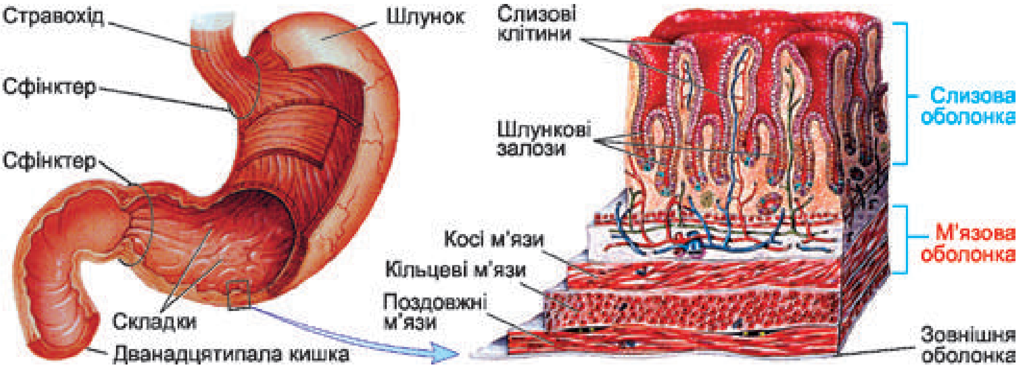
§ 10. Травлення в шлунку

Пригадайте з курсу хімії, яке середовище називають: а) нейтральним; б) кислим; в) лужним.

Травлення в шлунку. Харчова грудка стравоходом просувається до шлунку, де триває процес травлення під впливом шлункового соку.

Шлунок — розширений відділ травного тракту, що має форму, подібну до видовженого мішка, об’єм якого становить близько 1,5–2 л (іл. 28).

У слизовій оболонці шлунку містяться дрібні шлункові залози (в 1 мм^2 слизової оболонки міститься близько 100 таких залоз), які виробляють шлунковий сік. Це безбарвна кисла рідина, до складу якої входить *вода* (близько 99,4 %), *ферменти*, *хлоридна кислота* і *слиз*. За добу в людини виділяється близько 2 л шлункового соку. Кількість, склад і властивості шлункового соку змінюються залежно від характеру їжі, а також під час захворювання шлунку, кишечнику, печінки.



Іл. 28. Будова шлунку

Основним ферментом шлункового соку є *пепсин*. Він розщеплює складні *молекули білка* на *молекули амінокислот*. Цей процес є складним і тривалим. Крім пепсину, в шлунковому соці є й інші ферменти (наприклад, ліпаза), які діють, зокрема, на жири молока та розщеплюють їх до гліцерину та жирних кислот.

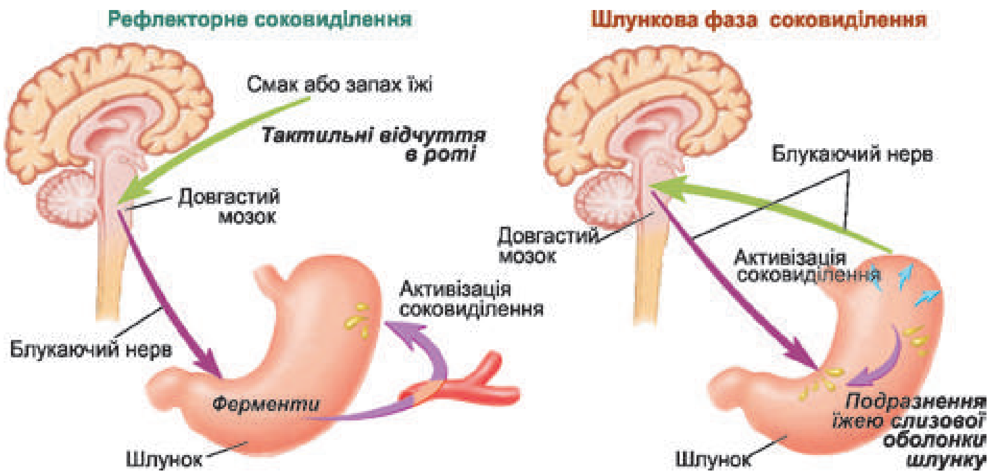
Травлення в шлунку може відбуватися лише за температури тіла 35–37 °С. Усі ферменти шлункового соку діють лише в кислому середовищі. Воно створюється хлоридною кислотою, яка, крім того, що активує ферменти, спричиняє зміну структури білків, знезаражує вміст шлунку, сприяє його руховій активності. Виділення соку триває доти, доки в шлунку є їжа, яка може затримуватися в ньому 6–8 год і довше.

Слиз шлункового соку захищає стінки шлунку від дії хлоридної кислоти та ферментів. Дія шлункового соку на їжу супроводжується скороченням м’язового шару стінок шлунку, завдяки яким відбувається не лише просування їжі в тонку кишку, а й повне змішування її зі шлунковим соком, що сприяє успішному перетравлюванню.

Регуляція шлункового соковиділення. Утворення й виділення шлункового соку перебуває під контролем нервових і гуморальних механізмів. Нервова регуляція соковиділення відбувається під час подразнення їжею рецепторів порожнини рота, глотки, стравоходу, а також — на вигляд та запах їжі. Збудження від рецепторів органів травлення, зорового або слухового аналізаторів

передається до центру травлення в довгастому мозку, унаслідок чого відбувається виділення шлункового соку, яке протікає у два етапи (іл. 29).

Спочатку виділяється частина шлункового соку (так званий апетитний сік), що готує шлунок до сприйняття їжі. Потім виділення шлункового соку триває завдяки механічному й хімічному подразненню їжею слизової оболонки шлунку. Рецептори стінок шлунку надсилають імпульси до довгастого мозку, а звідти — до залоз шлунку. Через це слизова оболонка виділяє в кров гормон, який активізує секрецію шлункового соку й регулює рухову активність шлунку й кишечнику.



Іл. 29. Етапи виділення шлункового соку

Шлунковий сік виділяється також під впливом біологічно активної речовини (ацетилхоліну), хлоридної кислоти, гормонів шлунку, деяких складових їжі.

NB **Шлунок. Шлунковий сік. Ферменти шлункового соку. Травлення в шлунку. Регуляція шлункового соковиділення**

1. Схарактеризуйте процес травлення в шлунку. **2.** Які речовини входять до складу шлункового соку? **3.** Яку роль у травленні відіграє основний фермент шлункового соку пепсин? **4.** Яка роль хлоридної кислоти у травленні в шлунку? **5.** Як довго затримується їжа в шлунку? Від чого це залежить? **6.** Які речовини розщеплюються в шлунку? **7.** Схарактеризуйте процес регуляції шлункового соковиділення. **8.** Що таке апетитний шлунковий сік?

9. Чи може відбуватись виділення шлункового соку, якщо пошкоджені нерви, які підходять до шлунку? **10.** Яке значення для травлення в шлунку має вигляд та запах їжі, сервірування столу, приємна атмосфера? **11.** Чому не можна примушувати дітей їсти під загрозою покарання?

12. Дайте фізіологічне обґрунтування висловлюванням: «Їсти потрібно уважно і з задоволенням» (Іван Павлов), «Апетит з’являється під час їди».

§ 11. Травлення в кишечнику. Всмоктування

Пригадайте з курсу фізики, що таке дифузія; з курсу хімії — що таке фільтрація.

Роль підшлункової залози, печінки та кишкових залоз у травленні. Щойно харчова грудка надійде зі шлунку в дванадцятипалу кишку, на неї починають діяти травні соки: *сік підшлункової залози*, *жовч* і *кишковий сік*.

*Підшлунковий сі*к виробляють клітини підшлункової залози. У дванадцятипалу кишку він надходить по двох протоках. Виділення підшлункового соку починається через 2–3 хв після вживання їжі й залежно від її складу триває протягом 4–10 год. За добу в людини виділяється близько 1,5–2 л підшлункового соку. Він має слабку лужну реакцію. Підшлунковий сік містить низку ферментів, які розщеплюють майже всі поживні органічні речовини. Під впливом одних ферментів завершується розщеплення крохмалю, яке розпочалося в ротовій порожнині. Інші ферменти продовжують розщеплювати білки до розчинних у воді й готових до всмоктування амінокислот, ще інші — розщеплюють жири на гліцерин та жирні кислоти. Ці ферменти діють на жири під впливом жовчі, яка виробляється в печінці. По жовчних протоках вона надходить у дванадцятипалу кишку.

Утворення жовчі в клітинах печінки здійснюється постійно, проте її виділення у дванадцятипалу кишку відбувається лише через 5–10 хв після приймання їжі й триває 6–8 год. За відсутності процесу травлення жовч накопичується в *жовчному міхурі*. Добова кількість виділеної жовчі в дорослої людини становить близько 1,0 л. Колір жовчі залежить від наявних у ній барвників — пігментів. З пігментів жовчі утворюються пігменти сечі та калу.

Під впливом жовчі жири розпадаються на дрібні частинки (емульгуються), що збільшує поверхню їх взаємодії з ферментами. Це полегшує процес розщеплення жирів. Крім того, жовч призупиняє процеси гниття в кишечнику й може активувати ферменти кишечнику та підшлункової залози, впливає на процеси всмоктування, посилює рухи (перистальтику) кишечнику.

Кишковий сік виробляється залозами слизової оболонки тонкої кишки. За добу його утворюється близько 2,0 л. Кишковий сік містить *22 ферменти*, які діють на всі види органічних речовин (білки, жири, вуглеводи), на продукти їх неповного розщеплення, що утворилися в шлунку, й завершують процес перетравлювання поживних речовин.

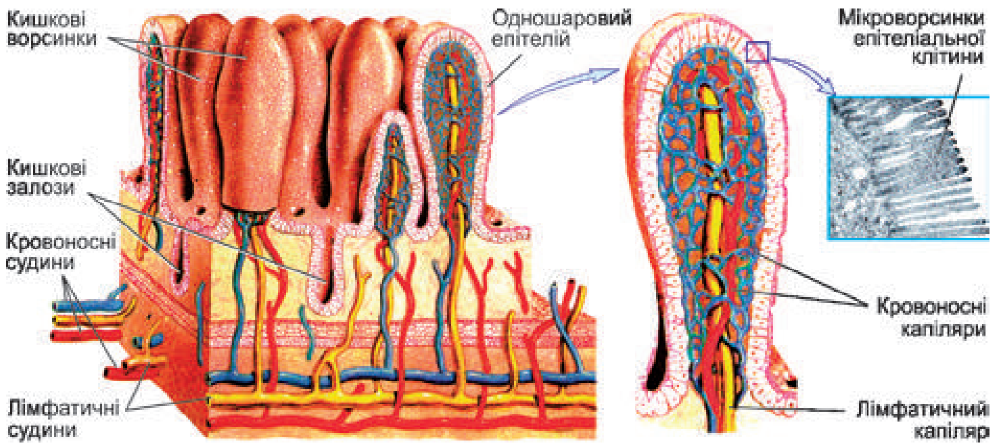
Нервова регуляція виділення травних соків підшлункової залози, печінки та кишечнику здійснюється центром, який розташований у довгастому мозку. *Гуморально* цей процес регулюється надходженням у дванадцятипалу кишку хлоридної кислоти та шлункового соку, а також гормонами, які утворюються в кишечнику.

Травлення в тонкому кишечнику. У тонкій кишці відбувається перетравлювання поживних речовин до сполук, які можуть засвоюватися організ-

мом. Тут перетравлюється близько 80 % вуглеводів та майже 100 % білків та жирів, які надійшли з їжею. У тонкій кишці відбувається також інтенсивне всмоктування продуктів розщеплення поживних речовин.

Травлення в тонкій кишці складається з трьох послідовних етапів: *порожнинне травлення*, *пристінкове* (мембранне) *травлення* і *всмоктування*.

Порожнинне травлення поживних речовин відбувається під впливом травних соків у порожнині кишки. Тут завдяки скороченням стінки кишки їжа просувається то назад і вперед, то лише в одному напрямку — назад. У результаті таких складних рухів відбувається ретельне перемішування вмісту, яке набуває вигляду рідкої однорідної маси.



Іл. 30. Слизова оболонка тонкого кишечнику

Окрім розщеплення їжі в порожнині кишки, велике значення мають процеси травлення на самій поверхні слизової оболонки стінки кишки, яка суцільно вкрита мікроскопічними виростами — *ворсинками* (іл. 30).

Між ворсинками на клітинній оболонці (мембрані) міститься значна кількість молекул ферментів. Харчові частинки, розмір яких менший за відстань між сусідніми ворсинками, підлягають пристінковому травленню. Більш крупні частинки не можуть потрапити в зону дії пристінкового травлення. Вони залишаються в порожнині кишки й розщеплюються травними соками до дрібніших частинок.

Отже, пристінкове травлення тісно взаємодіє з порожнинним, що сприяє найбільш повному перетравлюванню їжі. Ворсинки також є основними структурами, через які здійснюються процеси всмоктування поживних речовин.

Всмоктування продуктів розщеплення органічних речовин. *Всмоктуванням* називають процес надходження різних речовин через шар клітин ворсинок у кров і лімфу. Всмоктування у травній системі має вагоме біологічне значення, оскільки саме цим шляхом організм отримує всі необхідні йому речовини. У різних ділянках травного тракту всмоктування відбувається з різ-

ною швидкістю. У ротовій порожнині й стравоході поживні речовини майже не всмоктуються. У шлунку в незначних кількостях всмоктуються вода, глюкоза, амінокислоти, розчинні солі. Найінтенсивніше всмоктування відбувається в тонкій кишці. Її всмоктувальна поверхня завдяки наявності великої кількості війок (2 500 на 1 см^2) у багато разів перевищує поверхню тіла. Стінки ворсинок покриті епітелієм, кожна клітина епітелію має близько 3 000 мікроворсинок, які збільшують поверхню тонкої кишки до 500 м^2. У кожну ворсинку проникають дрібні артерії, які розгалужуються на капіляри (іл. 30). Більшість капілярів функціонує лише в період всмоктування.

Продукти всмоктування, що проникли через стінки ворсинок, потрапляють у кровоносні та лімфатичні капіляри. Безпосередньо у кров всмоктуються глюкоза та амінокислоти. Жири за наявності жовчі всмоктуються у вигляді розчинних у воді жирних кислот та гліцерину. Вони проникають з кишки не відразу в кров, а спочатку в лімфу, а вже звідти надходять у кровоносну систему. Усього за добу в дорослої людини може всмоктатися 150–160 г жиру.

Травлення в товстій кишці. Перетравлювання поживних речовин та їх всмоктування здебільшого завершуються в тонкій кишці. Винятком є лише деякі речовини, зокрема рослинна клітковина.

Залози *товстої кишки* виділяють сік, відносно бідний на ферменти, проте він містить значну кількість *мікроорганізмів*, серед яких більш ніж 60 представників різних груп бактерій. Вони становлять 96 % усіх видів кишкової мікрофлори. Серед кишкової мікрофлори є представники як позитивної, так і негативної дії на організм. До представників позитивної мікрофлори дії належать: біфідо- та лактобактерії, дріжджоподібні гриби, найпростіші тощо. Вони відіграють важливу роль не лише у процесах травлення в товстій кишці — розщепленні клітковини, неперетравлених залишків їжі. Вони також беруть участь у синтезі вітамінів груп В і вітаміну К, пригнічують діяльність хвороботворних мікроорганізмів, сприяють формуванню і розвитку імунної системи, стимулюють її діяльність.

У товстій кишці всмоктуються вода, мінеральні солі, а також деякі отруйні сполуки, що утворилися внаслідок гниття залишків білків. Сформовані в товстій кишці калові маси надходять у *пряму кишку*, а звідти через *анальний отвір* — назовні. Звільнення прямої кишки від калових мас — складний рефлекторний процес, який відбувається за участі відділів спинного та головного мозку.

NB **Сік підшлункової залози. Жовч. Кишковий сік.**
Регуляція жовчовиділення та виділення підшлункового соку.
Етапи травлення в тонкій кишці. Травлення в товстій кишці.
Всмоктування

Для відновлення порушеної кишкової мікрофлори застосовують пре- і пробіотики. *Пребіотиками* називають компоненти їжі, які самі не перетравлюються, але вибірково стимулюють ріст і розмноження біфідо- і лактобактерій. Їх особливо багато міститься в рослинних продуктах — сої, цибулі, артишоку, цикорії, часнику, злаках, бобах, горосі. *Пробіотиками* називаються життєздатні спори компонентів кишкової мікрофлори, найчастіше лакто- і біфідобактерій. Препарати-пробіотики можуть містити одно-, дво- або багатокомпонентні суміші живої бактеріальної біомаси.

1. Поясніть, яку роль у процесах травлення відіграють: а) підшлункова залоза; б) печінка; в) кишкові залози. **2.** Розкрийте роль жовчі у процесах травлення. **3.** Які механізми забезпечують регуляцію виділення жовчі й підшлункового соку? **4.** Які поживні речовини розщеплюються в тонкій кишці? **5.** З яких етапів складається процес травлення в тонкій кишці? **6.** Що таке пристінкове травлення? Яке його біологічне значення? **7.** Схарактеризуйте процес всмоктування. **8.** Схарактеризуйте процес травлення в товстій кишці. **9.** Яке значення має мікрофлора товстої кишки?

10. У чому полягає взаємозв'язок будови та функцій тонкої кишки? **11.** Чому люди, які швидко ковтають їжу, не пережовуючи в роті, мають проблеми з травленням? **12.** Дванадцятипалу кишку Іван Павлов назвав «розумницею». Чому? **13.** Як ви вважаєте, чому під час і після лікування антибіотиками лікарі радять уживати біойогурти?

§ 12. Харчові розлади та запобігання їм

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я» правила запобігання харчовим отруєнням.

Харчові отруєння. З курсу «Основи здоров'я» вам відомо, що внаслідок споживання неякісної, забрудненої, зіпсованої їжі або отруйних продуктів, зокрема грибів, виникають *харчові отруєння*. Це наслідок **гострих кишкових інфекцій** — групи захворювань, основною причиною виникнення яких є зараження *бактеріями, вірусами, одноклітинними паразитичними організмами*. Отруєння викликають речовини, що є продуктами життєдіяльності цих мікроорганізмів. Здебільшого кишкові інфекції передаються через їжу, воду, предмети побуту.

Найпоширенішими гострими кишковими інфекціями є: ***дизентерія*** (збудники — дизентерійна паличка, дизентерійна амеба; джерело зараження — хворі люди та носії збудника); ***сальмонельоз*** (джерело — заражені бактеріями сальмонели м'ясні й молочні продукти, яйця); ***ботулізм*** (джерело — інфіковані паличкою ботулізму м'ясні, рибні, овочеві консерви, копчена риба, гриби домашнього консервування); ***ротавірусна інфекція***, або ***кишковий грип*** (джерело ротавірусу — хворі люди, предмети, що могли бути забруднені фекаліями).

Найчастіше ознаки кишкової інфекції залежать від її збудника, але є основні симптоми, які першими проявляються за будь-якого зараження. Це — загальна слабкість, відсутність апетиту, головний біль. Пізніше виникають не-

безпечні ознаки: гострі болі в кишечнику й шлунку, підвищення температури, блювання, пронос, втрата свідомості. Кишкова інфекція потребує негайного лікування, оскільки найбільш небезпечним наслідком її дії є зневоднення організму.

Причини та особливості захворювань органів травлення. Порушення режиму харчування, неякісна їжа, негативні емоції, стреси, тривале вживання ліків (зокрема антибіотиків), алкоголю, куріння, малорухливий спосіб життя, паразитичні черви — це чинники, які призводять до складних **харчових розладів**. Найпоширенішими серед них є *запальні захворювання* органів травної системи: ***гастрит*** (запалення слизової оболонки шлунку), ***холецистит*** (запалення жовчного міхура), ***панкреатит*** (запалення підшлункової залози), ***коліт*** (запалення товстої кишки), ***апендицит*** (запалення апендиксу), а також ***жовчнокам'яна хвороба*** (утворення в жовчному міхурі камінців). Вони призводять до порушення складних процесів розщеплення та засвоєння їжі. Харчові розлади проявляються важкістю, здуттям та болями в животі, порушенням апетиту, закрепами або проносами тощо.

Як приклад розглянемо негативний вплив на органи травлення *куріння* та *алкоголю.* Шкідлива дія тютюнового диму починає виявлятися вже в порожнині рота. Зуби курця набувають жовтуватого кольору, вони швидше руйнуються і мають специфічний тютюновий запах. Тютюновий дим подразнює слинні залози, унаслідок чого настає посилене виділення слини, яку курці частково спльовують, а частково проковтують. Насичена шкідливими речовинами слина, проходячи через стравохід, потрапляє в шлунок, тонкий кишечник, звідки всмоктується в кров. У курців порушується рухова активність травного тракту, погіршується травлення. Як наслідок розвиваються хронічні хвороби з ушкодженням слизових оболонок цих органів травлення.

Численними клінічними спостереженнями й експериментальними даними доведено, що практично немає такого органа травної системи, який не піддавався б токсичній дії алкоголю. Всмоктування алкоголю починається вже в порожнині рота, потім — у шлунку й тонкій кишці, звідки він надходить у кров і розноситься по всьому організму. Оскільки процес розпаду алкоголю до його кінцевих продуктів відбувається в печінці, тривале його вживання може призвести до виникнення ***цирозу печінки.*** Це захворювання має прогресуючий характер. Спочатку розростається сполучна тканина печінки, потім порушується печінковий кровообіг, відмирають здорові тканини печінки. Загалом це призводить до глибоких порушень функцій цього важливого органа.

Серед хвороб органів травлення чільне місце посідають захворювання, *спричинені бактеріальною інфекцією*. До них належать ***виразки травного тракту,*** зокрема ***виразка шлунку, виразка дванадцятипалої кишки***. Розвитку хвороби сприяють порушення раціонального режиму харчування, зловживання гострою їжею, спиртними напоями, стреси, спадковість тощо.

До захворювань органів травлення, *спричинених вірусною інфекцією*, належать ***вірусні гепатити***. Це група інфекційних захворювань, які передусім вражають печінку людини, спричиняючи в ній запальний процес. Віруси гепатиту дуже відрізняються між собою, тому за різних форм гепатиту (A, B, C, D та інші) симптоматика може відрізнятися. Усі різновиди гепатитів часто називають *жовтяницею*, тому що пожовтіння шкірних покривів і білків очей — це одна з найбільш поширених ознак цієї хвороби.

Паразитичні черви спричиняють ***глистяні хвороби.*** *Пригадайте, які черви належать до паразитичних; які хвороби вони спричиняють у людей; які джерела зараження паразитичними червами та які заходи профілактики цих захворювань.*

Харчові розлади поведінки. Деякі порушення роботи органів травлення пов'язані з особливостями поведінки людини. Вони отримали назву *харчових розладів поведінки.* До таких розладів передусім належать *анорексія* та *булімія*.

Анорексія (іл. 31) — хвороба, що характеризується критичним зниженням маси тіла, часто небезпечним для життя. Хвороба супроводжується схудненням, зникненням апетиту, виникненням відрази до їжі. Часто виникають украй патологічні типи поведінки, наприклад, провокування блювання, приховування їжі, надмірні виснажливі фізичні вправи, зловживання проносними, сечогінними засобами та засобами, що пригнічують апетит.



Іл. 31. Анорексія

Булімія — це захворювання, симптомами якого є патологічно підвищене відчуття голоду, що поєднується зі зниженням відчуття насичення, унаслідок чого виникає потреба в надмірній кількості їжі. Надмірна кількість їжі й примусове очищення шлунку, яке часто використовують люди, хворі на булімію, можуть призвести до знищення мікрофлори кишечнику, внаслідок чого розвиваються серйозні захворювання. Вимивання з організму Калію і Магнію провокує серцеві напади.

Фізичними наслідками анорексії та булімії є: порушення діяльності залоз внутрішньої секреції, нирок, сухість шкіри, ламкість і випадання волосся тощо. Серед психічних наслідків — втрата контролю над собою та імпульсивність дій, неадекватне мислення, замкнутість.

Профілактика захворювань органів травлення. Для запобігання харчовим розладам та їх ускладненням слід дотримувати кількох основних правил:

- завжди перед споживанням їжі добре мити руки з милом;
- дотримувати санітарно-гігієнічних вимог під час приготування та зберігання їжі, особливо продуктів, що швидко псуються;
- сирі фрукти, овочі, зелень і ягоди ретельно промивати у проточній воді;
- продукти, які вимагають термічної обробки (м'ясо, риба), потрібно добре проварювати та просмажувати;



● раціонально харчуватися (регулярно, збалансовано, різноманітно);

● уникати шкідливих звичок, особливо куріння та вживання алкоголю, негативних емоцій, сильних емоційних стресів.

Харчові розлади. Харчові отруєння. Хвороби органів травлення. Негативний вплив на травлення куріння та алкоголю. Харчові розлади поведінки. Запобігання харчовим розладам

1. Які хвороби органів травлення є найбільш поширеними? Чому? **2.** Назвіть хвороби, спричинені: а) бактеріальною інфекцією; б) вірусною інфекцією; в) паразитичними червами. **3.** У чому полягає профілактика захворювань органів травлення? **4.** Які розрізняють харчові отруєння? Назвіть ознаки харчових отруєнь. **5.** Яких правил слід дотримувати за харчових отруєнь? **6.** Які харчові розлади пов’язані з особливостями поведінки людини та які наслідки для здоров’я людини вони мають?

7. Обґрунтуйте, у чому полягає негативний вплив куріння та вживання алкоголю на травлення. **8.** Обґрунтовано оцініть дії людини, яка свідомо піддає ризику своє здоров’я, відмовляючись від їжі або вживаючи надмірну її кількість.

9. Обговоріть проблему та підготуйте обґрунтовані повідомлення щодо профілактики захворювань органів травлення: 1. Чинники, які спричиняють захворювання (*група «Лікарі»*). 2. Профілактичні заходи щодо запобігання захворюванням (*група «Валеологи»*). 3. Харчування та його значення для запобігання захворюванням (*група «Дієтологи»*).

Узагальнення

Травлення — це сукупність процесів механічної та хімічної обробки їжі, у результаті якої складні хімічні речовини перетворюються на прості, що легко всмоктуються у кров і засвоюються організмом.

Травна система людини містить травний тракт (ротова порожнина, глотка, стравохід, шлунок, тонка і товста кишки) і травні залози (найбільші з них — печінка та підшлункова залоза). Особливості будови органів травлення зумовлені їхніми функціями в забезпеченні процесу травлення. Розщеплення речовин здійснюється в процесі хімічної обробки їжі під дією травних соків, що виділяються травними залозами та містять ферменти. Ферменти розщеплюють лише певну групу речовин і діють у певному відділі травного тракту.

Порушення режиму і гігієни харчування, неякісна їжа, негативні емоції, стреси, тривале вживання ліків, алкоголю, тютюнопаління, малорухливий спосіб життя спричиняють різні розлади й захворювання травної системи.

Тема 3. ДИХАННЯ

Люди погано дихають, говорять, кричать і співають не тому, що хворіють, а хворіють тому, що не вміють правильно дихати, говорити, кричати й співати.

Олександра Стрельнікова, оперна співачка 30-х років XX ст.

§ 13. Значення дихання. Система органів дихання

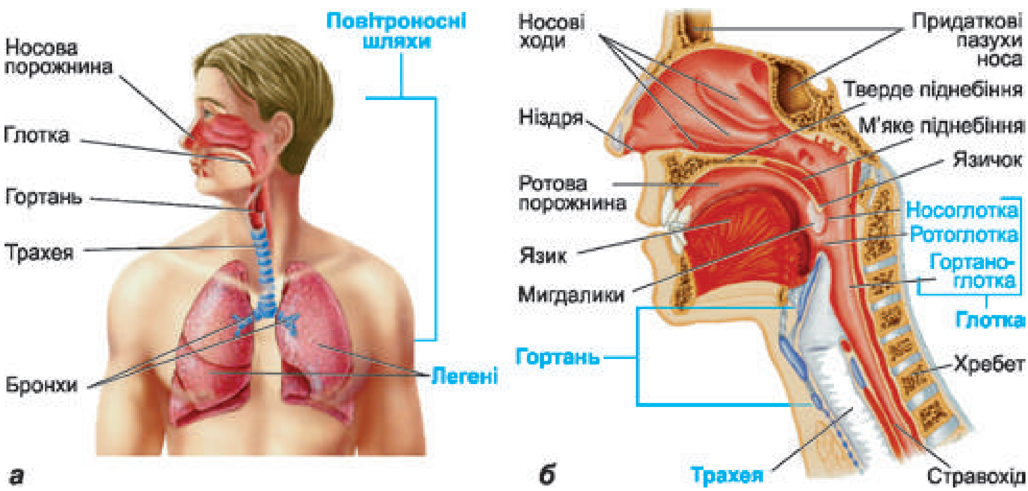
Пригадайте, що таке дихання. Як ускладнювалась будова органів дихання у хребетних тварин?

Значення дихання. Дихати означає жити. Без комфорту можна обходитися все життя, без їжі — близько 1–1,5 місяця, без води — кілька днів, а без повітря — кілька хвилин. Якщо дихання затримується на 6 хвилин, у головному мозку починаються незворотні процеси. Ще давньогрецький філософ Анаксімен, спостерігаючи за диханням тварин і людини, вважав повітря першопричиною життя.

Організм людини, як і тварин, отримує енергію в результаті окиснення вуглеводів, жирів і білків. Для того щоб відбувалися ці процеси й вивільнялася енергія, потрібно, щоб кожна клітина організму постійно одержувала необхідну кількість кисню.

Дихання — це сукупність процесів, які забезпечують неперервне надходження кисню до тканин організму, використання його в реакціях біологічного окиснення, а також видалення з організму кінцевих продуктів обміну речовин — вуглекислого газу та води.

Будова та функції органів дихання. До системи органів дихання людини належать *повітроносні шляхи* (носова порожнина, глотка, гортань, трахея, бронхи) та *легені* (іл. 32 а).



Іл. 32. Органи дихання людини: а — загальний план; б — у розрізі повітроносних шляхів

Усі повітроносні шляхи побудовані з кісткової та хрящової тканин. Це захищає органи дихання від злипання стінок і дає можливість повітрю неперервно надходити в легені й виходити назад. Слизова оболонка повітроносних шляхів зігріває, зволожує та очищує повітря від пилу та мікроорганізмів.

Носова порожнина (іл. 32 б) розділяється кістково-хрящовою перегородкою на праву й ліву половини. У кожній з них є звивисті носові ходи. За рахунок цього збільшується площа контакту повітря із зовнішнім шаром клітин слизової оболонки, яка вистилає носову порожнину. Слизова оболонка пронизана кровоносними судинами та залозами й густо вкрита війками. Завдяки війчастому епітелію та слизу повітря, що надходить у носову порожнину, очищується від пилу та мікроорганізмів, знезаражується та зволожується. Зігрівається повітря кров'ю, яка тече по густій сітці кровоносних капілярів слизової оболонки. Придаткові пазухи носа працюють як своєрідні резервуари, у яких кисень готується для активної участі в хімічних реакціях обміну речовин. У слизовій оболонці верхнього носового ходу містяться рецептори, які сприймають запахи.

З носової порожнини повітря потрапляє в **глотку**, де перетинаються дихальні й травні шляхи. Задня стінка глотки відділена від передньої поверхні хребта прошарком пухкої сполучної тканини, завдяки чому глотка рухлива. У глотці містяться *мигдалики*. *Пригадайте, до яких органів вони належать і яку функцію виконують.*

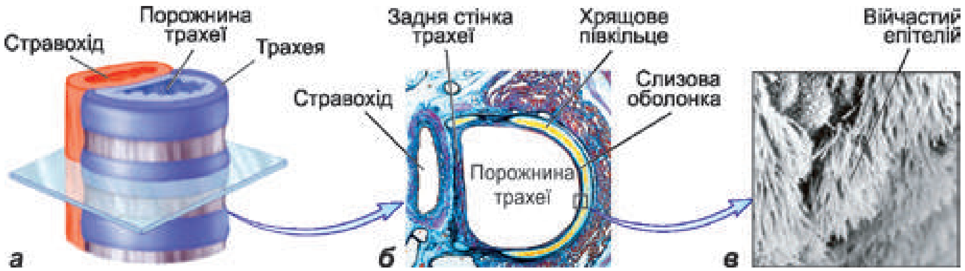
Як частина дихальної й травної систем глотка виконує низку важливих функцій: дихання, ковтання їжі, голосотворення (іл. 32 б). Глотка вкрита слизовою оболонкою, яка виконує захисну функцію. Завдяки руху війок залозистого епітелію зі слиною й слизом виділяються частинки пилу й бактерії, що потрапили в порожнину глотки. Якщо подразнюється слизова оболонка глотки, виникають кашель і блювання.

Із глотки повітря надходить у **гортань** (іл. 32). Гортань має вигляд лійки, стінки якої утворені кількома хрящами. Найбільший з них — *щитоподі́бний хрящ*. Хрящі рухомо з'єднані між собою м'язами та зв'я́зками. Між хрящами з обох боків гортані є слизові складки — *голосові зв'я́зки*, між якими утворюється *голосова щілина*. Зверху вхід у гортань прикриває *надгортанний хрящ*, який перешкоджає потраплянню їжі в гортань і дихальні шляхи (іл. 35).

Нижній відділ гортані переходить у **трахею** (завдовжки 9–11 см, діаметр — 15–18 мм). Вона міститься в грудній клітці (перед стравоходом) і складається із 16–20 хрящових півкілець, з'єднаних між собою зв'я́зками. (іл. 32 а). Задня стінка трахеї утворена сполучною тканиною і прилягає до стравоходу. Така будова не заважає проходженню їжі по стравоходу (іл. 33 а, б).

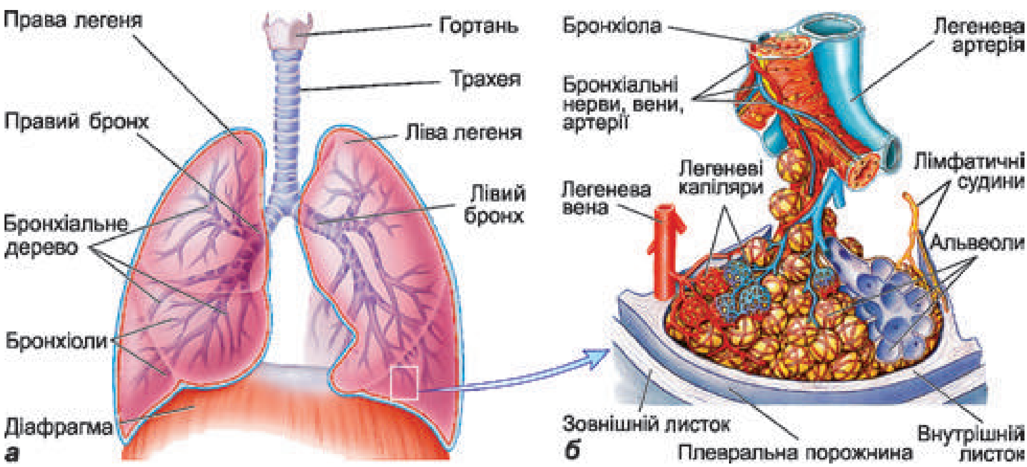
Внутрішня поверхня трахеї вистелена залозистим та війчастим епітелієм (іл. 33 в), який виконує захисну функцію. Залозистий епітелій виділяє слиз, що зволожує стінки трахеї, а війчастий — спрямовує слиз у порожнину глотки.

Трахея переходить у **бронхи** — лівий і правий. Бронхи складаються із 6–12 хрящових кілець, які запобігають закриттю їхнього просвіту. Разом із кровоносними судинами та нервами бронхи входять у легені (іл. 34 а).



Іл. 33. Трахея: а — місце поперечного перерізу ділянки трахеї та стравоходу; б — поперечний переріз трахеї; в — слизова оболонка трахеї

Правий бронх поділяється на три гілки, а лівий — на дві. У кожній легені гілки багаторазово розгалужуються, утворюючи так зване *бронхіальне дерево легені*. Найтонші бронхи — *бронхіоли* — закінчуються альвеолярними ходами, на стінках яких розташовані *легеневі міхурці*, або *альвеоли* (діаметр 0,2–0,3 мм).



Іл. 34. Бронхи та легені: а — схема будови органів дихання; б — схема будови альвеол

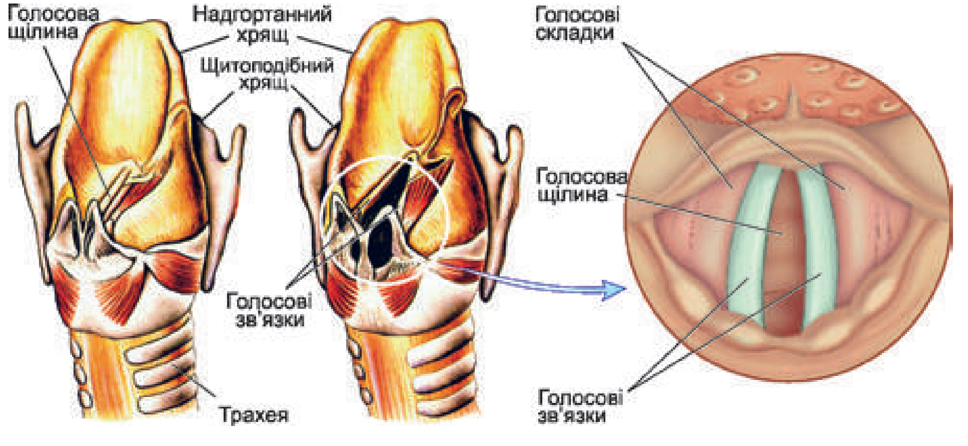
Стінки альвеол складаються з одного епітеліального шару клітин й обплетені густою сіткою кровоносних капілярів, у яких відбувається газообмін. Альвеоли утворюють дихальну (газообмінну) частину легень, а бронхи — повітроносну. У легенях дорослої людини міститься близько 300–400 млн альвеол, площа їх поверхні становить 100–150 м^2, тобто вона в 50–75 разів більша, ніж площа всієї поверхні тіла людини (іл. 34 б).

Легені — парний орган (іл. 34 а). Вони займають майже всю грудну порожнину. Права легеня більша і складається із трьох часток, ліва — із двох. На внутрішній поверхні легені розміщені *ворота легенів*, через які проходять бронхи, легеневі артерії, легеневі вени, лімфатичні судини й нерви. Зовні легені вкриті сполучнотканинною оболонкою — *плеврою*, яка складається із двох листків. Внутрішній листок зростається з повітроносною тканиною, а зовнішній — зі стінками грудної порожнини. Між листками утворюється щілина — *плевральна порожнина*, заповнена плевральною рідиною. Поверхні обох оболонок гладенькі та слизькі, постійно зволожуються, тому в нормі не відчувається їх тертя під час дихальних рухів.

Основна функція легень — забезпечення газообміну між зовнішнім середовищем та організмом. Крім того, органи дихання виконують й інші функції: захищають від шкідливих впливів зовнішнього середовища, виділяють з організму кінцеві продукти обміну речовин, беруть участь у голосотворенні, сприймають запахи.

Процес утворення голосу та звуків мови. Голос — це могутній інструмент спілкування. Взаєморозуміння між людьми великою мірою залежить від голосових і мовленнєвих даних. Голос може привернути увагу співрозмовника, допомогти переконати його в чомусь, завоювати довіру. Голосом ми збуджуємо або заспокоюємо, зачаровуємо або відштовхуємо.

ГОЛОС — сукупність різних щодо висоти, сили й тембру звуків, які видає людина (або тварина, що дихає легенями) за допомогою голосового апарату. *Висоту тону* визначає частота коливань повітря, яке проходить через голосовий апарат. *Сила голосу* — енергія звуку, яка переноситься звуковою хвилею. Індивідуальне звучання голосу визначається тембром, який залежить від набору частот. Крім основної частоти, яка визначає висоту тону, є ціла низка високих кратних частот (обертонів).



Іл. 35. Голосовий апарат людини

В утворенні звуків беруть участь: легені, бронхи, трахея (нижній резонатор); гортань (голосовий апарат); глотка, порожнини рота, носа і придаткові пазухи носа (верхній резонатор). Особлива роль в утворенні звуків належить

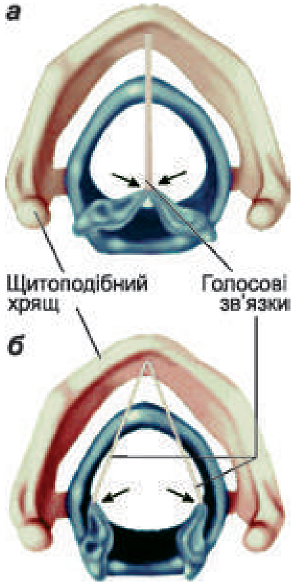
голосовому апарату (іл. 35), до якого належать складові гортані — голосові складки, голосові зв’я́зки, голосова щілина, гортанні м’язи.

Голосові зв’язки складаються з особливих еластичних волокон, які прилягають до зовнішніх країв голосових складок. Між голосовими зв’я́зками є голосова щілина. Звук утворюється завдяки коливанню голосових зв’я́зок.

Механізм звукоутворення в людини й тварин подібний. Для того щоб утворився звук, потік повітря, який виходить з легень, має пройти через зімкнуті голосові зв’я́зки. Якщо зв’я́зки відкриті, повітря пройде через них без звукового супроводу, утворюючи звичайний видих.

Для того щоб пролунав голос, голосові зв’я́зки мають зімкнутися, але не щільно (іл. 36). Під тиском повітря, що міститься в легенях, бронхах, трахеї, голосова щілина відкривається на дуже короткий час, і цієї миті частина повітря проривається через щілину між голосовими складками, відтак вони знову змикаються. Отже, під час вимовляння звуку повітряний струмінь, який виходить з нижнього резонатора, періодично з певною частотою переривається й перебуває в стані коливального руху. Ці коливання повітря й створюють звук, що підсилюється у верхньому резонаторі.

Так, звукові коливання, що формуються в гортані, підсилюються завдяки здатності глотки змінювати свої об’єм і форму. Крім того, на специфічне звучання і тембр голосу впливають голосові м’язи, які можуть вкорочувати або видовжувати голосові зв’язки. Людина свідомо регулює скорочення гортанних м’язів, надає голосовим зв’язкам необхідної довжини і напруги.



Іл. 36. Голосові зв’я́зки:
а — під час розмови;
б — під час мовчання

Хоча голосові зв’я́зки є в багатьох тварин, *членороздільне мовлення* притаманне лише людині. У мовленні беруть участь губи, язик, мімічні м’язи, м’яке піднебіння, нижня щелепа. Членороздільне мовлення пов’язане з розвитком у людини вищої нервової діяльності. У корі великого мозку є центри мови. Вони узгоджують роботу м’язів усього мовленнєвого апарату й пов’язані зі свідомістю та мисленням. Детальніше з ними ви ознайомитесь під час вивчення теми «Вища нервова діяльність».

NB **Дихання. Органи дихання: носова порожнина, глотка, гортань, трахея, бронхи, легені. Утворення голосу**

ЕРУДИТ ONLINE Висота звуку залежить від частоти коливань повітря й зумовлена товщиною і довжиною голосових зв’я́зок та ступенем їхньої напруги. Що довші голосові зв’я́зки, то менша частота їх коливання і нижчий голос. І, навпаки, що

коротші голосові зв'я́зки, то більша частота коливань і вищий голос. Так, у чоловіків довжина голосових зв'я́зок становить 20–24 мм, у жінок — 18–20 мм, тому голос у чоловіків зазвичай нижчий, ніж у жінок. У дитини гортань маленька, тому голосові зв'я́зки в неї короткі. Коли вони вібрують, то утворюють короткі хвилі, які відповідають високому голосу. У період статевого дозрівання гортань починає швидко рости й голосові зв'я́зки подовжуються. І, як наслідок, саме від цього голос змінюється — стає нижчим. Хлопці в цей період ростуть швидко, й голосові механізми гортані змінюються різко, тому підлітки розмовляють то басом, то високим голосом. Відбувається так звана мутація голосу. У цей період не можна перенапружувати голосові зв'я́зки, голосно розмовляти, слід оберігатися від застуди.

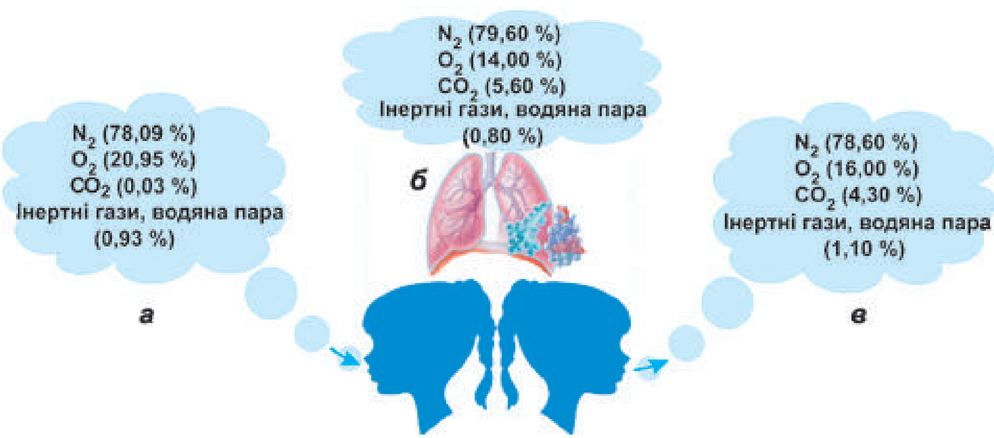
1. Що таке дихання? Поясніть його значення для людини. **2.** Розгляньте іл. 32 а; назвіть органи, що належать до: а) органів системи дихання; б) повітроносних шляхів. **3.** Уявіть мічену молекулу атмосферного кисню, що проникає під час вдиху в організм. Який шлях пройде з повітрям ця молекула від ніздрів до легень? **4.** Яке значення має носова порожнина в процесі дихання? **5.** Опишіть будову легені. У чому полягає основна функція легень? **6.** Які органи беруть участь в: а) утворенні звуку; б) мовленні? **7.** У якому положенні голосових зв'я́зок і голосової щілини утворюються звуки? **8.** Схарактеризуйте механізм утворення звуків.

9. У чому проявляється взаємозв'язок між будовою органів дихання та їхніми функціями? **10.** Чому слід дихати через ніс? **11.** Від чого залежать індивідуальні особливості голосу? Чому в жінок голос вищий, ніж у чоловіків? Чому в дітей голос вищий, ніж у дорослих? **12.** Порівняйте голосові апарати людини, безхвостих земноводних і птахів. **13.** Прокоментуйте висловлювання авторки унікальної дихальної гімнастики О. М. Стрельнікової, винесене як епіграф до теми.

§ 14. Газообмін у легенях і тканинах

Пригадайте з курсу природознавства склад атмосферного повітря; з курсу біології — що таке газообмін. Які є способи газообміну в різних груп тварин?

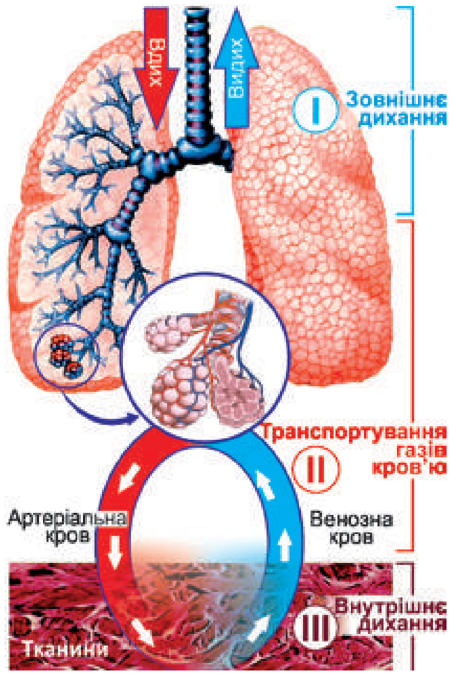
Склад вдихуваного, видихуваного та альвеолярного повітря. Людина дихає атмосферним повітрям. Суміші газів вдихуваного й видихуваного повітря відрізняються за складом (іл. 37).



Іл. 37. Уміст газів у повітрі (за об'ємом): а — вдихуване; б — альвеолярне; в — видихуване

Повітря, що надходить до легенів під час вдиху, за своїм хімічним складом відповідає атмосферному (містить 20,95 % кисню і 0,03 % вуглекислого газу). Під час видиху в повітрі альвеол у результаті газообміну вже міститься 16,00 % кисню і 4,30 % вуглекислого газу. Здійснюючи неперервно вдих і видих, людина вентилює легені, підтримуючи в альвеолах відносно сталий газовий склад — 14,00 % кисню і 5,60 % вуглекислого газу.

Газообмін у легенях. У процесах дихання виокремлюють три ланки: зовнішнє, або легеневе, дихання, транспортування газів кров'ю і внутрішнє, або тканинне, дихання (іл. 38).



Іл. 38. Схема ланок дихання

Зовнішнє, або **легеневе, дихання** — це газообмін між атмосферним повітрям й організмом. Воно здійснюється у два етапи — обмін повітрям між зовнішнім середовищем й альвеолами легенів (так звана *легенева вентиляція*) та газообмін між альвеолярним повітрям і кров'ю.

Перший етап зовнішнього дихання безпосередньо забезпечують органи дихальної системи. Завдяки дихальним рухам — вдиху й видиху, атмосферне повітря надходить у повітроносні шляхи, а з них — до легень і у зворотному напрямку.

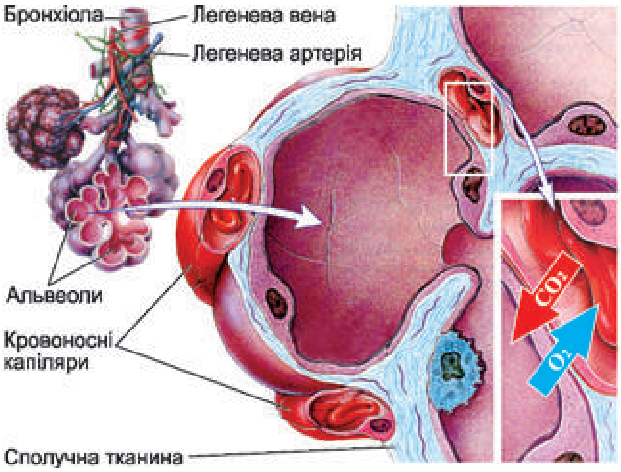
Другий етап зовнішнього дихання — це проникнення кисню з альвеолярного повітря у кров, а вуглекислого газу — із крові в альвеолярне повітря. Проникнення газів (O_2, CO_2) здійснюється завдяки дифузії (іл. 39). *Пригадайте, яке явище називають дифузією. Які особливості дифузії в газах та рідинах?*

Напрямок і швидкість дифузії визначають різницею концентрацій цих газів у крові та альвеолярному повітрі. Кількість газів, що дифундують в альвеолах, залежить від різниці їх концентрації в різних середовищах і від площі альвеол.

Об'ємна концентрація газу в суміші пропорційна до його парціального тиску, тобто тиску, який створював би цей газ (один зі складників суміші газів), за умови, що тільки він займав би увесь об'єм посудини.

Тому рушійною силою дифузії газу можна вважати й різницю парціальних тисків даного газу. Так, величини парціального тиску O_2 в альвеолярному повітрі — 105 мм рт. ст., а у венозній крові, що протікає по капілярах альвеол, — 40 мм рт. ст.

Завдяки цьому O_2 переходить з альвеолярного повітря у кров. Парціальний тиск CO_2 у венозній крові, що протікає по капілярах альвеол, становить 45 мм рт. ст., а в альвеолярному повітрі — 40 мм рт. ст. Завдяки різниці парціальних тисків вуглекислий газ із венозної крові проникає до легеневих міхурців і під час видиху виводиться з організму.



Парціальний тиск O_2 і CO_2 у повітрі, крові та в клітині (мм рт. ст.)

	O_2	CO_2
Вдихуване повітря	160	0,3
Видихуване повітря	115	30,6
Альвеолярне повітря	105	40
Артеріальна кров	105	40
Венозна кров	40	45
Клітини	40	45

Іл. 39. Газообмін у легенях

Транспортування газів кров'ю передбачає рознесення кисню із плином крові (у вигляді оксигемоглобіну еритроцитів) по всьому організму до органів та тканин (іл. 52), а також забиранні від них вуглекислого газу та перенесенні його до легень. Цей етап відбувається за участі двох фізіологічних систем органів — дихальної та серцево-судинної. Вони об'єднуються в єдину функціональну систему для виконання спільної функції — забезпечення кожної клітини організму киснем.

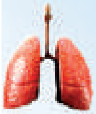
Газообмін у тканинах. Внутрішнє, або **тканинне, дихання** здійснюється також у два етапи — обмін газів між кров'ю і тканинами та використання кисню клітинами й видалення вуглекислого газу.

Перший етап внутрішнього дихання — це проникнення кисню із крові капілярів великого кола кровообігу до клітин. *Пригадайте, як називають кров, збагачену киснем.*

Відомо, що клітини у тканинах омиває тканинна (міжклітинна) рідина. Оскільки в артеріальній крові, що тече по капілярах, парціальний тиск O_2 високий (105 мм рт. ст.), то кисень легко проникає в міжклітинну рідину, а далі — у клітини, де парціальний тиск O_2 низький (40 мм рт. ст.).

Другий етап внутрішнього дихання — це сукупність біохімічних реакцій, що протікають у клітинах, у процесі яких відбувається окиснення вуглеводів, жирів та білків до вуглекислого газу та води (так зване клітинне дихання). Унаслідок цього в клітинах зростає вміст CO_2. Його парціальний тиск тут ста-

новить 45 мм рт. ст. В артеріальній крові, що тече по капілярах, парціальний тиск CO_2 40 мм рт. ст. Завдяки різниці парціальних тисків вуглекислий газ із клітин проникає до тканинної рідини, а звідти — до капілярів, де артеріальна кров перетворюється на венозну. *Пригадайте, яку кров називають венозною.* Венозна кров надходить до серця, а звідти — до легень. Отже, газообмін відбувається безперервно.



У результаті окиснення органічних речовин вивільняється енергія, необхідна для усіх процесів життєдіяльності організму. *Пригадайте, яка органела забезпечує клітину енергією.*

Склад повітря: вдихуваного, альвеолярного, видихуваного. Етапи дихання. Газообмін: у легенях; у тканинах



1. Який склад атмосферного, вдихуваного та видихуваного повітря? **2.** Назвіть етапи дихання. **3.** За іл. 39 опишіть процес газообміну в легенях. Зобразіть перебіг цього процесу схематично. **4.** Поясніть, як і чому відбувається газообмін у тканинах. **5.** Як вуглекислий газ потрапляє у кров?



6. Чим тканинний газообмін відрізняється від легеневого? **7.** Що відбудеться в організмі, якщо до тканини не надходитиме кисень? Відповідь обґрунтуйте. **8.** В альпіністів під час акліматизації високо в горах трапляється запаморочення, слабкість, іноді — непритомність. Чому? **9.** Опишіть, яким буде процес дихання людини під час перебування: а) високо в горах; б) у непровітрюваному приміщенні; в) надворі після грози.

§ 15. Дихальні рухи. Нейрогуморальна регуляція дихальних рухів

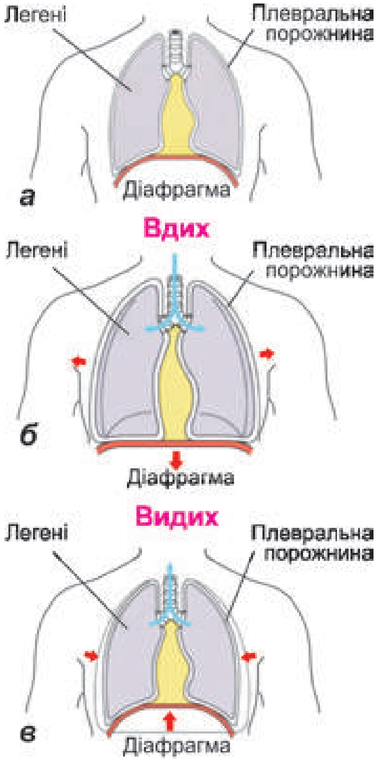
Наведіть приклади циклічних явищ у природі.

Дихальні рухи. Зовнішнє дихання — це ритмічний процес, частота якого у здорової дорослої людини становить 16–20 циклів за 1 хв. Кожний **дихальний цикл** складається з вдиху та видиху, які пов'язані зі змінами об'єму легень.

У легенях немає м'язів, тому вони самі не можуть стискуватися чи розтягуватися. Це їм забезпечують м'язи, які змінюють об'єм грудної клітки (так звані дихальні м'язи). Головними з них є *діафрагма* та *міжреберні м'язи*.

Вдих зумовлений збільшенням об'єму грудної клітки. Завдяки цьому вдихуване повітря переміщується по дихальних шляхах у легені. Під час вдиху зовнішні міжреберні м'язи скорочуються і піднімають ребра. Діафрагма, яка в розслабленому стані має форму купола (іл. 40 а), сплющується. Це спричиняє збільшення об'єму грудної клітки (іл. 40 б), а відповідно — й збільшення об'єму легень. Унаслідок цього тиск у плевральній порожнині зменшується і вдихуване повітря входить у легені — так відбувається спокійний вдих.

Видих зумовлений зменшенням об'єму грудної клітки: видихуване повітря переміщується з легень назовні. Під час видиху зовнішні міжреберні м'язи розтягуються й опускають ребра. Діафрагма розслаблюється, і її купол піднімається. Це спричиняє зменшення об'єму грудної клітки (іл. 40 в), а відпо-



Іл. 40. Дихальні рухи. Об'єм грудної порожнини: а — у спокої після видиху; б — під час вдиху; в — під час видиху

відно — й зменшення об'єму легень. Унаслідок цього тиск у плевральній порожнині збільшується і видихуване повітря виходить з легень — так відбувається спокійний видих.

За глибоких вдиху та видиху, крім зовнішніх міжреберних м'язів і діафрагми, беруть участь й інші м'язи грудей, спини та живота.

Нервова регуляція дихальних рухів. Регуляція дихання здійснюється центральною нервовою системою. У довгастому мозку міститься *дихальний центр*, що відповідає за дихальний цикл. Дихальний центр перебуває в постійній ритмічній активності, яка здебільшого здійснюється автоматично. Ритмічні імпульси передаються від дихального центру до дихальних м'язів, що забезпечуть послідовне здійснення вдиху і видиху (іл. 41).

У регуляції дихання може брати участь кора великих півкуль головного мозку. Людина може довільно на певний час затримати дихання, змінити його ритм і глибину.

Гуморальна регуляція дихальних рухів. Відчутно впливає на дихальний центр склад крові. Так, дихальний центр чутливий до концентрації вуглекислого газу в крові. Якщо його



Іл. 41. Нервова регуляція дихальних рухів

концентрація збільшується, у дихальному центрі посилюються збудження і зростає частота нервових імпульсів, які надходять до дихальних м'язів. Унаслідок цього частота й глибина дихальних рухів теж збільшуються.

Гормон *адреналін* здатний безпосередньо впливати на дихальний центр, стимулюючи дихальні рухи. Таку саму дію може викликати *молочна кислота*, яка утворюється під час роботи м'язів.

Життєва ємність легень. Важливою функціональною характеристикою дихання та одним з основних показників фізичного розвитку людини є *життєва ємність легень* (ЖЄЛ). Це той максимальний об'єм повітря, який можна видихнути після максимального вдиху. Він складається з дихального об'єму та резервних об'ємів вдихуваного та видихуваного повітря (ЖЄЛ = ДО + РОвд. + РОвид.).

Дихальний об'єм (ДО) — це об'єм вдихуваного повітря за кожного спокійного дихального циклу. У нормі він становить 400–800 мл.

Резервний об'єм вдиху (РОвд) — додаткове повітря, яке можна вдихнути в результаті максимального зусилля після спокійного вдиху. *Резервний об'єм видиху* (РОвид) — додаткове повітря, яке можна видихнути в результаті максимального зусилля після спокійного видиху. Резервні об'єми вдихуваного і видихуваного повітря є приблизно однаковими і становлять 40–45 % ЖЄЛ.

ЖЄЛ залежить від статі, віку, тренованості дихальних м'язів. Так, у чоловіків вона становить 3 500–4 800 мл, а в жінок — 3 000–3 500 мл. У тренованих осіб (зокрема у веслувальників, плавців) ЖЄЛ може сягати 6 000–7 000 мл.

NB **Дихальний цикл. Дихальні рухи: вдих, видих. Життєва ємність легень. Нервова регуляція дихальних рухів. Гуморальна регуляція дихальних рухів**

1. Що таке дихальний цикл? **2.** Як здійснюються дихальні рухи? **3.** За іл. 40, 41 складіть короткий опис процесів: а) вдиху; б) видиху. **4.** Яка роль діафрагми під час дихання? **5.** У якому стані перебуває діафрагма під час вдиху, у якому — під час видиху? **6.** Що таке дихальний об'єм? **7.** Що таке ЖЄЛ? Від чого залежить цей показник? За допомогою якого приладу його визначають? **8.** Як здійснюється нервова регуляція дихальних рухів? **9.** У чому полягає гуморальна регуляція дихальних рухів?

10. ***Розв'яжіть задачу.*** Скільки повітря (у літрах) витрачає на дихання 8-А клас із 28 учнів упродовж уроку (45 хв), якщо один учень у середньому робить 16 дихальних циклів за 1 хв? Під час кожного вдиху в легені надходить 500 мл повітря.

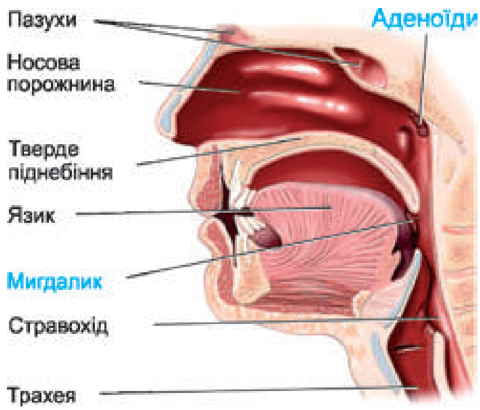
11. Проведіть спостереження за рухами своєї грудної клітки. Виміряйте мірною стрічкою окружність грудної клітки: а) під час вдиху і видиху; б) під час спокійного і глибокого дихання. Чи відрізняються покази? Про що це свідчить?

§ 16. Хвороби органів дихання та їх профілактика

Пригадайте з курсу «Основи здоров’я», до яких захворювань належить туберкульоз. Що є збудником туберкульозу? У який спосіб відбувається зараження? Які ознаки хвороби?

Причини та особливості захворювань органів дихання. Причинами захворювань органів дихання можуть бути *мікроорганізми* (бактерії, віруси, гриби), *фізичні* й *хімічні чинники* (сухе, холодне, гаряче повітря, оксиди Нітрогену, чадний газ тощо), *шкідливі звички* (куріння), інші хвороби. До захворювань, спричинених бактеріями, належать *аденоїдити, гайморит, кашлюк, дифтерія, туберкульоз* тощо; вірусами — *грип*. Усі вони належать до інфекційних хвороб. Деякі хвороби мають *алергічну природу* (наприклад, бронхіальна астма), деякі, наприклад, рак легень, належать до *онкологічних*.

Аденоїдити пов’язані з утворенням ***аденоїдів*** — розростанням носоглоткового мигдалика, який є лімфоїдним органом (іл. 42).



Іл. 42. Аденоїди



Іл. 43. Аденоїдний тип обличчя

Аденоїди спостерігають здебільшого в дітей 5–12-річного віку, але трапляються вони й у перші роки життя, а також у дорослому віці. Носоглотковий мигдалик може бути збільшений у розмірах як без ознак запалення, так і в стані гострого й хронічного запалення. Ознаками аденоїдиту є: порушення носового дихання, росту кісток лицьового черепа, гугнявість мови, зниження слуху, періодичний або постійний нежить, головний біль, запаморочення, розлади сну тощо. Дихання через рот призводить до формування так званого аденоїдного типу обличчя (іл. 43). Аденоїдити є джерелом інфекції в організмі. Вони часто призводять до запалень: вуха (отит), глотки (фарингіт), гортані (ларингіт) тощо.

Гайморит — запалення слизової оболонки однієї з придаткових пазух носа (гайморової). За гострої форми гаймориту спостерігається загальне не-

здужання, болі в ділянці гайморової пазухи та відповідної лобової ділянки, головний біль, підвищена температура тіла, утруднене носове дихання тощо.

Пневмонія (запалення легень) — група хвороб, яка характеризується запаленням тканин легень і кінцевих розгалужень бронхів. Пневмонія може бути самостійною хворобою або виникати в результаті ускладнень інфекційних хвороб, спричинених бактеріями або вірусами. Загальними симптомами хвороби є: інтоксикація організму, загальна слабість, озноб, підвищення температури тіла та пітливість, головні та м'язові болі, задишка за звичайних фізичних навантажень, кашель, болі в грудній клітці, хрипи в уражених місцях легень.

Дифтерія — гостре інфекційне захворювання, спричинене дифтерійною паличкою. Характеризується утворенням нальотів на слизових оболонках горла, гортані, носа тощо, появою набряків слизових оболонок та підшкірної жирової клітковини, загальною інтоксикацією організму (з ураженнями серця, нирок) та іншими ознаками. Зараження відбувається повітряно-крапельним шляхом, а також через різноманітні предмети. Найбільш вразливими щодо хвороби є діти від 1 до 7 років.

Туберкульоз теж належить до гострих інфекційних захворювань, яке спричиняється туберкульозною паличкою. Цю бактерію відкрив німецький учений Роберт Кох у 1882 р. Вона надзвичайно стійка в довкіллі до дії хімічних сполук (кислот, лугів, спиртів), високих температур, може зберігатись у пилу десятки років. Сьогодні, за даними ВООЗ, туберкульозною паличкою інфікована третина населення Землі. Україна не виняток. У нашій країні з кінця ХХ ст. наявна епідемія туберкульозу, яка прогресує і є однією з основних медико-соціальних проблем.

Поширеними є респіраторні вірусні інфекції, відомі як ***грип*** та ***грипоподібні хвороби***; медицина їх реєструє як ***ГРЗ*** (гострі респіраторні захворювання) або ***ГРВІ*** (гострі респіраторні вірусні інфекції). Респіраторні віруси (РВ) вражають верхні дихальні шляхи та легені, інфекція поширюється повітряно-крапельним шляхом. На жаль, в організмі людини немає ефективних механізмів боротьби з РВ. Основним механізмом боротьби з вірусом на ранньому і зазвичай найважчому етапі є підвищення температури тіла, яке вважають головним симптомом хвороби. Хворі намагаються збити температуру, а це перешкоджає виробленню імунітету та сприяє затягуванню хвороби, можливим ускладненням.

Профілактика хвороб органів дихання. Для запобігання цим хворобам слід уживати *загальнооздоровлювальних профілактичних заходів*:

- загартування організму з метою зробити його менш сприйнятливим до зовнішніх впливів;

- раціональне харчування (споживання, особливо в зимово-весняний період, овочів та фруктів з високим умістом вітаміну С);
- дотримання режиму праці та відпочинку;
- уникнення шкідливих звичок, зокрема відмова від куріння тощо.

За виявлення ознак застуди, утрудненого носового дихання ефективними є *фізіопрофілактичні заходи,* зокрема промивання порожнини носа розчином морської солі (0,5 ч. л. на 1 склянку води), настоями кори дуба, польового хвоща, звіробою тощо; виконання спеціальних дихальних вправ, які сприяють укріпленню дихальних м’язів, відновленню правильного механізму носового дихання, і позбавлення звички дихати через рот.

До профілактичних заходів, що запобігають захворюванням на туберкульоз та дифтерію, належать щеплення, санітарно-гігієнічні заходи, соціальна профілактика.

Хвороби органів дихання. Причини захворювання. Профілактика хвороб органів дихання

Для щеплення проти туберкульозу використовують вакцину БЦЖ. Перше щеплення (вакцинацію) проводять після народження дитини, а повторне (ревакцинацію) — у 6–7 та в 14–15 років. Необхідним профілактичним заходом є щорічне обстеження (проба Манту). Його проводять, починаючи з однорічного віку. Для щеплення проти дифтерії використовують протидифтерійний анатоксин. Вакцинація складається із трьох щеплень і здійснюється у віці 3, 4 і 5 місяців. Ревакцинацію проводять у 1,5 року, 6, 11, 16 років і далі через кожні 10 років.

1. Назвіть основні причини, що призводять до хвороб органів дихання. **2.** Схарактеризуйте хвороби органів дихання, що належать до інфекційних. **3.** Які профілактичні заходи можуть запобігти захворюванням органів дихання?

4. Які народні методи лікування захворювань органів дихання вам відомі? **5.** Використовуючи додаткові джерела інформації, ознайомтеся з лікувальною системою дихальних вправ професора Костянтина Бутейка, відомою як метод Бутейка, та його біографією. Підготуйте короткі повідомлення.

6. Туберкульоз уже давно перестав бути суто медичною проблемою. Це захворювання небезпечне для кожного зокрема та для держави загалом: зростає захворюваність і смертність від цієї соціально-небезпечної хвороби. Висловте своє ставлення до цієї проблеми. **7.** Прочитайте текст, поданий нижче. Обговоріть проблему й підготуйте виступ-звернення до суспільства від імені: а) підсудного; б) судді. Висловте власну думку стосовно цієї проблеми.

Роберта Денієлса (громадянина США), хворого на туберкульоз, посадили до в’язниці за те, що він з’явився в магазині без спеціальної маски, яку зобов’язаний носити, щоб не заражати інших. У нього виявлена невиліковна форма туберкульозу. Хворого утримували самого в камері в’язничної лікарні. Повітря, яке виводилося вентиляцією з його камери, пропускали крізь спеціальні фільтри. Денієлса відвідував лише медичний персонал у захисних масках.

8. Чи доводилося вам лікуватися від грипу? Як саме? **9.** Яких профілактичних заходів ви вживаєте, щоб не захворіти на ГРЗ та ГРВІ?

Узагальнення

Дихання — це складний процес, який забезпечує надходження кисню в організм, використання його в реакціях біологічного окиснення, а також видалення кінцевих продуктів обміну — вуглекислого газу та води. До системи органів дихання людини належать повітроносні шляхи (носова порожнина, глотка, гортань, трахея, бронхи) та легені. Особливості будови органів дихання зумовлені їхніми функціями в забезпеченні дихання.

Звук утворюється переважно завдяки коливанню голосових зв’я́зок гортані, яке спричиняє тиск видихуваного повітря, що виходить крізь голосову щілину. Дихальні рухи — вдих і видих — здійснюються за допомогою дихальних м’язів, головними з яких є діафрагма та міжреберні м’язи.

У легенях здійснюється газообмін між зовнішнім середовищем та організмом. Проникнення кисню з альвеолярного повітря у кров, а вуглекислого газу — із крові в альвеолярне повітря здійснюється завдяки дифузії, напрямок і швидкість якої визначає різниця концентрацій цих газів у крові та альвеолярному повітрі. Газообмін у тканинах здійснюється через тканинну рідину також завдяки дифузії. Окиснення органічних речовин у клітинах забезпечує організм енергією, необхідною для всіх процесів життєдіяльності.

Органи дихання особливо вразливі до інфекцій, тому для профілактики захворювань системи органів дихання необхідно всіляко зміцнювати організм, уникати шкідливих звичок, оберігатися від застуд, алергій тощо.

Тема 4. ТРАНСПОРТУВАННЯ РЕЧОВИН

Постійність внутрішнього середовища є умовою вільного і незалежного життя.

Клод Бернар,
французький фізіолог XIX ст.

§ 17. Внутрішнє середовище організму людини. Кров, її склад та функції

Як здійснюється транспортування речовин у тварин? Які функції виконує гемолімфа, а які — кров?

Роль внутрішнього середовища в життєдіяльності організму. Внутрішнє середовище організму утворюють його рідини — *кров, лімфа* і *тканинна рідина*. Ці рідини взаємопов'язані та можуть взаємно перетворюватися, що створює цілісне рідке середовище всередині організму. Значення рідин дуже важливе, оскільки більшість речовин бере участь у біохімічних реакціях у розчиненому стані. Саме за допомогою рідин внутрішнього середовища до клітин надходять поживні речовини та кисень і видаляються шкідливі продукти життєдіяльності.

Кров — непрозора, солонувата на смак рідина червоного кольору, що циркулює по замкненій кровоносній системі. *Пригадайте, якими органами утворена кровоносна система людини.* Об'єм крові в дорослої людини становить 4–6 л (7–8 % маси тіла). Вам відомо, що основною функцією крові є транспортна, яка полягає в перенесенні:

- дихальних газів — кисню від легень до тканин організму, а вуглекислого газу від тканин до легень (*дихальна функція*);
- органічних речовин, мінеральних солей до всіх тканин організму (*трофічна функція*);
- кінцевих продуктів обміну речовин від усіх тканин до органів виділення (*видільна функція*);
- гормонів та інших біологічно активних речовин до клітин усіх органів і тканин організму (*регуляторна функція*).

Лімфа — прозора рідина, що рухається по судинах лімфатичної системи. *Пригадайте, якими органами утворена лімфатична система людини.*

Лімфи в організмі утворюється близько 2 л на добу. Її основу становить вода, у якій розчинені органічні (білки, жирні кислоти, гліцерин) й неорганічні (мінеральні солі) речовини. Вам відомо, що по лімфатичних судинах також транспортуються *поживні речовини* та кінцеві продукти обміну речовин.

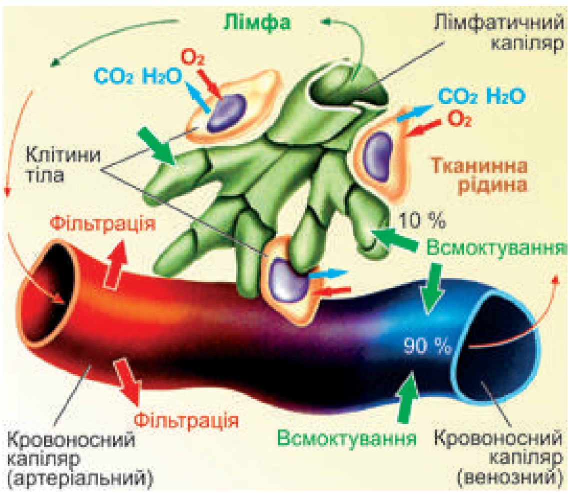
Кров і лімфа безпосереднього контакту з клітинами тканин не мають, він забезпечується через тканинну рідину.

Тканинна (*міжклітинна*) **рідина** омиває всі клітини організму. Вона є проміжним середовищем, через яке здійснюється обмін речовин (вода, мінеральні солі, органічні речовини, гази тощо) між кров'ю та клітинами інших тканин. Цей обмін здійснюється завдяки явищам *дифузії* та *фільтрації*.

Тканинна рідина утворюється з рідкої частини крові — плазми, що *відфільтровується* через стінки кровоносних капілярів, а також з кінцевих продуктів обміну речовин, які постійно надходять із клітин. За добу утворюється близько 20 л тканинної рідини.

Кисень і поживні речовини з артеріальних капілярів надходять спочатку в тканинну рідину, а вже з неї — у клітини. У свою чергу, вуглекислий газ, вода й інші продукти обміну, що утворюються в клітинах, виділяються спочатку в тканинну рідину, а потім надходять у венозні капіляри. Тут відбувається *всмоктування* (абсорбція) тканинної рідини. У кровоносне русло повертається до 90 % тканинної рідини, а її 10 % всмоктується в лімфатичні капіляри — утворюється *лімфа*. Вона повільно тече по лімфатичних судинах і надходить у кровоносну систему. Склад лімфи залежить від особливостей обмінних процесів тканин, від яких вона відтікає (іл. 44).

Кров, лімфа та тканинна рідина перебувають у тісному взаємозв’язку, підтримуючи на постійному рівні вміст у клітинах органічних та неорганічних речовин, кров’яний тиск, температуру тіла тощо, створюючи тим самим оптимальні умови для нормальної життєдіяльності всіх клітин і тканин організму.



Іл. 44. Взаємозв’язок компонентів внутрішнього середовища

Склад крові. Серед рідин внутрішнього середовища пріоритетна роль належить *крові*. Окрім транспортної функції, вона виконує не менш важливі захисні функції.

Кров забезпечує *імунітет* організму. Вона володіє фізіологічними механізмами, завдяки яким кров, що циркулює у кровоносній системі, зберігається в рідкому стані. За порушення цілісності кровоносних судин утворюється кров’яний тромб, що перешкоджає витіканню крові з ушкодженої судини. Усі функції крові взаємопов’язані та забезпечуються її складом (іл. 45). 55–60 % об’єму крові становить рідка її частина — *плазма*; 40–45 % — *формені елементи*: еритроцити, лейкоцити, тромбоцити.

Кількість і співвідношення клітин крові є різним, що зумовлено функціями, які вони виконують. В 1 мм^3 крові дорослої людини в нормі (за міжнародним стандартом якості) міститься 4,1–5,9 млн еритроцитів, 4,4–11,3 тис. лейкоцитів і 150–400 тис. тромбоцитів. Кількість формених елементів крові в

ЕРИТРОЦИТИ (від грец. *erythros* [еритрос] — червоний; *cytos* [цитос] — клітина) — червоні кров'яні тільця.

ЛЕЙКОЦИТИ (від грец. *leucos* [лейкос] — білий; *cytos* [цитос] — клітина) — білі кров'яні тільця.

ТРОМБОЦИТИ (від грец. *thrombos* [тромбос] — грудка, згусток; *cytos* [цитос] — клітина) — кров'яні пластинки.

одиниці об'єму — це відносно сталий показник, який залежить від віку, статі та стану здоров'я людини. Під час захворювань кількісні показники клітин крові в людини змінюються. Отримати ці показники, установити причини їх відхилень, а відповідно й діагноз можна, зробивши *аналізи крові*.

Усі клітини крові беруть участь у транспортуванні різноманітних речовин, виконують захисні функції. Крім того, кожна з клітин крові виконує специфічні функції. *Детальніше про них дізнаємося в наступних параграфах.*

У процесі функціонування формені елементи крові старіють і руйнуються. Так, еритроцити «живуть» 100–120 діб, тромбоцити — 8–12 діб, а лейкоцити — від кількох годин до кількох років (залежно від виду).

Руйнуються всі клітини крові в печінці та селезінці, а також у місцях протікання запальних процесів (лейкоцити) та пошкодження кровоносних судин (тромбоцити). На заміну відмерлим форменим елементам утворюються нові. Руйнування та утворення формених елементів крові передбачають підтримання їх оптимальної концентрації.

Лабораторна робота

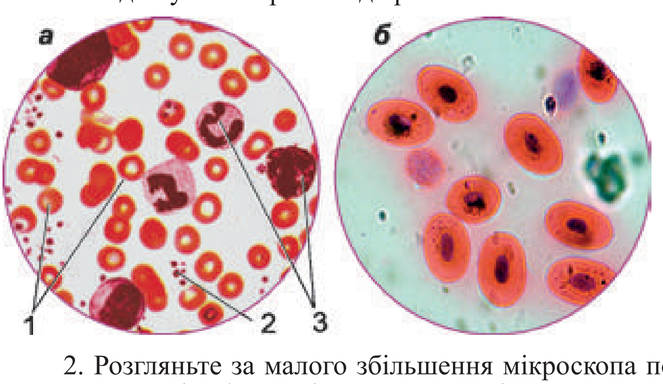
Тема. **Мікроскопічна будова крові людини.**

Мета: з'ясувати особливості мікроскопічної будови крові людини; порівняти будову еритроцитів крові людини та крові жаби; обґрунтувати залежність ефективності перенесення кисню від особливостей будови еритроцитів крові людини та крові жаби.

Обладнання та матеріали: мікроскопи, мікропрепарати крові людини та крові жаби.

Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.



Мікроскопічна будова крові: а — людини; б — жаби

2. Розгляньте за малого збільшення мікроскопа постійний мікропрепарат крові людини. Знайдіть формені елементи крові.

Зіставте побачене з наведеною ілюстрацією та підпишіть позначені цифрами формені елементи крові людини.

Чим відрізняються формені елементи крові людини?

3. Розгляньте за великого збільшення мікроскопа почергово постійні мікроскопічні препарати крові людини та крові жаби. Зверніть увагу на кількість еритроцитів у полі зору мікроскопа (приблизно), їхню форму, колір, розміри, наявність ядра.

4. Результати спостережень занесіть до таблиці.

Ознаки / Еритроцити	Кількість у полі зору	Форма	Колір	Розміри	Наявність ядра
людина					
жаба					

Чим відрізняються еритроцити людини від еритроцитів жаби?

5. Схематично зобразіть побачене під мікроскопом.

6. Зробіть висновок про зв'язок будови й функцій формених елементів крові людини.

Внутрішнє середовище організму. Склад і функції крові, лімфи. Тканинна рідина. Взаємозв'язок компонентів внутрішнього середовища

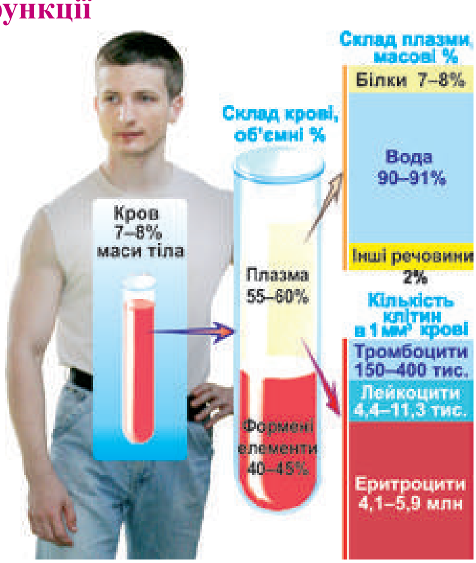
1. Що таке внутрішнє середовище організму? Схарактеризуйте його компоненти. **2.** Поясніть роль внутрішнього середовища в життєдіяльності організму людини. **3.** Як пов'язані між собою кров, лімфа і тканинна рідина? **4.** Які функції виконує кров? **5.** Розкрийте особливості транспортної функції крові. **6.** З яких компонентів складається кров? **7.** Які клітини належать до формених елементів крові? **8.** У чому полягає значення лімфи й тканинної рідини для організму людини?

9. Чому для життєдіяльності клітин організму людини необхідне рідке середовище? **10.** Розкрийте механізм взаємозв'язків крові, лімфи та тканинної рідини. **11.** Прокоментуйте афоризм К. Бернара, винесений як епіграф до теми. **12.** Визначте (приблизно), скільки еритроцитів утворюється та руйнується в дорослої людини щосекунди. Відповідь обґрунтуйте.

§ 18. Плазма крові. Тромбоцити та лейкоцити: будова та функції

Пригадайте з курсу хімії, що таке розчини. Яка неорганічна речовина є найкращим розчинником?

Склад плазми крові. Плазма крові — це розчин жовтуватого кольору, що складається з води та сухого залишку (іл. 45). До нього входять органічні (білки, ліпіди, глюкоза, вітаміни, гормони, ферменти тощо) та неорганічні (мінеральні солі, гази) речовини, мікроелементи (Mg, Zn, Co тощо). Високий уміст води в плазмі забезпечує чимало її властивостей. *Пригадайте властивості води як універсального розчинника.*



Іл. 45. Склад та основні показники крові людини

Найважливішими складниками плазми є білки, кожен з яких виконує специ-

фічні функції. Так, *альбуміни* виконують транспортну функцію крові (переносять гормони, йони Кальцію тощо), *глобуліни* забезпечують імунітет, фібриноген бере участь у згортанні крові.

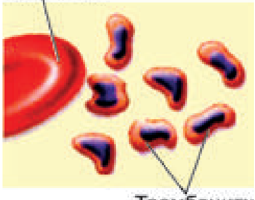
Серед мінеральних солей, що входять до складу плазми, найбільше припадає на частку солей Na, K, Ca, Mg. Концентрація усіх солей втримується в плазмі на сталому рівні. Значні відхилення цих показників від середніх величин на тривалий період призводять до важких наслідків для організму, часто несумісних із життям.

У медичній практиці за зневоднення організму (пронос та блювання), значних опіках тощо використовують водний розчин солей, який має концентрацію 0,9 %, тобто за якісним і кількісним складом відповідає плазмі крові. Такий 0,9 % розчин солей називають фізіологічним розчином (замінником плазми крові).

Концентрація глюкози й білків у плазмі є також величиною сталою. Уміст таких компонентів плазми, як сечова кислота, ліпіди, може змінюватись у доволі широких межах, не порушуючи функції організму.

Будова та функції тромбоцитів. Будь-яке порушення цілісності кровоносних судин супроводжується кровотечею і крововтратою. Тому наявність захисної реакції організму, спрямованої на зупинку кровотечі, рятує людину від смерті. Як установлено, в організмі існують складні механізми захисту від крововтрат шляхом утворення кров'яних тромбів у пошкоджених судинах. Цю функцію виконують тромбоцити.

Тромбоцити (іл. 46) — це безбарвні, без'ядерні, дископодібні, двоопуклі клітинні пластинки; вони є найдрібнішими форменими елементами крові (діаметр — до 3 мкм і завтовшки до 0,9 мкм). Плазматична мембрана тромбоцитів нестійка до механічних впливів. Вона легко руйнується, чим і пояснюється нетривалість існування тромбоцитів. *Пригадайте, яка тривалість «життя» тромбоцитів.* Тромбоцити здатні скупчуватися в групи й прилипати до ушкоджених поверхонь судин. Унаслідок цього утворюється *тромб* (кров'яний згусток). Утворення тромбу (іл. 47) на пошкоджених судинах відбувається внаслідок **згортання крові*** (коагуляції) — захисної реакції організму, спрямованої на збереження об'єму рідин, що циркулюють в організмі.



Іл. 46. Тромбоцити

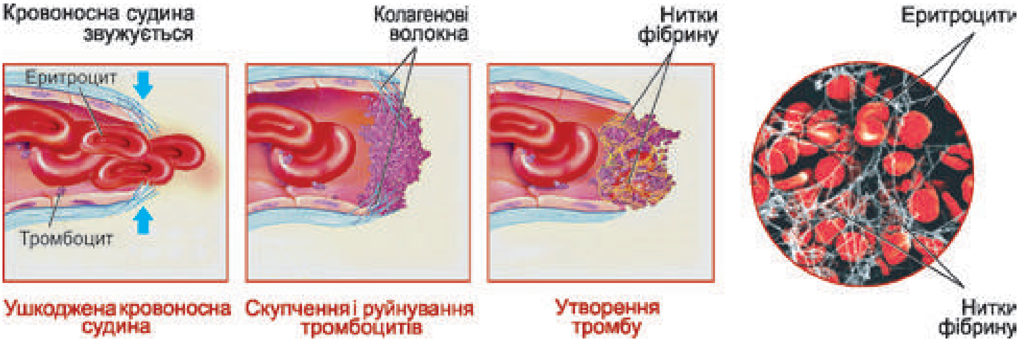
Механізм згортання крові є складним. У ньому беруть участь понад 20 речовин, серед яких є білки, солі Кальцію тощо. Одні речовини виконують важливі функції у формуванні згустка крові, інші є активаторами ферментативних процесів. Частина речовин міститься в плазмі крові, а частина — у тромбоцитах.

* Часто в інформаційних джерелах трапляється застарілий термін «зсідання крові».

Суть процесу згортання крові полягає в переході розчинного білка плазми крові *фібриногену* в нерозчинний білок *фібрин*. Нитки фібрину утворюють густу волокнисту сітку. У сітці фібрину затримуються еритроцити й тромбоцити, утворюючи кров'яний згусток — тромб. Маса тромбу ущільнюється, із тромбу витискається сироватка крові.

СИРОВАТКА КРОВІ — це плазма крові без фібриногену.

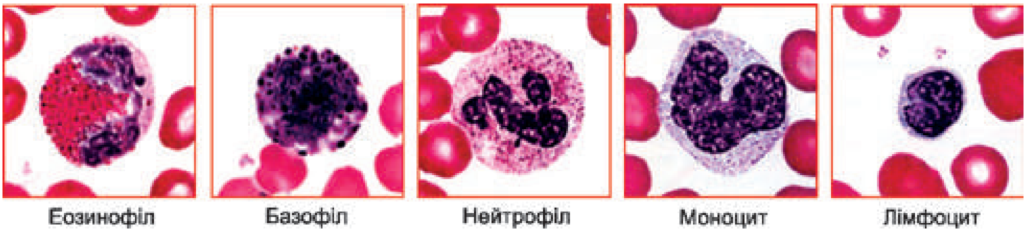
Судина закупорюється тромбом, і кровотеча зупиняється. Згортання крові в нормі відбувається за 5–10 хв. Через певний час стінка судини загоюється, тромб розсмоктується і прохідність судини відновлюється.



Іл. 47. Утворення тромбу

Будова та функції лейкоцитів. Захисні функції в організмі виконують й інші формені елементи крові — **лейкоцити**.

Лейкоцити розпізнають і знешкоджують генетично чужорідні організми й речовини, що потрапляють в організм. Вони знищують перероджені клітини власного організму, а також ті клітини, що руйнуються. Лейкоцити є основою протибактеріального, противірусного та протипухлинного захисту організму. Ці функції виконують різні види лейкоцитів (іл. 48).



Іл.48. Види лейкоцитів

Найбільше серед них нейтрофілів (60–70 % загальної маси лейкоцитів) і лімфоцитів (20–25 %). Лімфоцити є основними клітинами імунної системи. Лейкоцити відрізняються за формою, розмірами, будовою, властивостями та походженням. Кількісне співвідношення між різними видами лейкоцитів крові людини є відносно сталим. Його визначають під час аналізу крові й на-

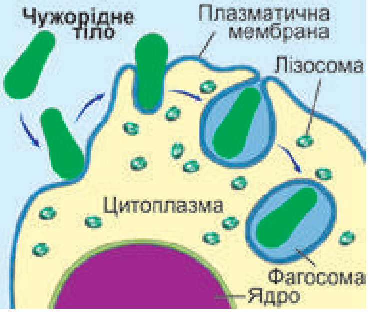
зивають *лейкоцитарною формулою.* Зміна кількості лейкоцитів (збільшення чи зменшення) свідчить про певне захворювання.

У цитоплазмі більшості лейкоцитів є гранули, які містять різні речовини (ферменти, білки, органічні кислоти тощо), що виконують певні функції. Незважаючи на видову різноманітність, усі лейкоцити мають ядро та багато лізосом. *Пригадайте, що це за органели та яку функцію вони виконують.*

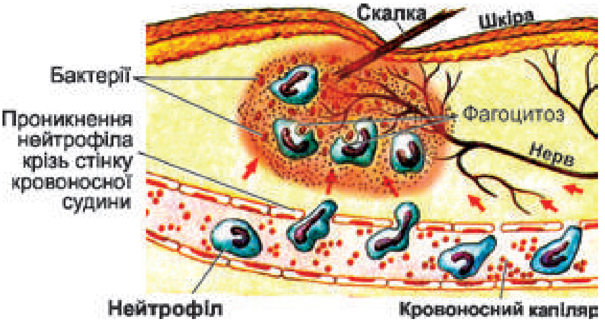
Властивості лейкоцитів. Усі лейкоцити здатні до амебоїдного руху, завдяки якому вони проходять крізь стінки кровоносних капілярів до тканин. Більшість лейкоцитів здатна до фагоцитозу. Наблизившись до чужорідного тіла, лейкоцит захоплює його виростами мембрани. У результаті цього тіло виявляється «ув'язненим» у мембранному міхурці всередині лейкоцита. Такий міхурець називають *фагосомою.* За допомогою лізосом у ньому знищується й перетравлюється чужорідне тіло (іл. 49).

ФАГОЦИТОЗ (від грец. *phagos* [фагос] — пожирач; *cytos* [ци́тос] — клітина) — активне захоплення та поглинання клітиною чужорідних тіл.

Вторгнення в організм будь-якого збудника інфекції викликає місцеве запалення. В ураженій ділянці збільшується кровонаповнення, підвищується температура.



Іл. 49. Фагоцитоз



Іл. 50. Місцеве запалення

Ушкоджені тканини виділяють певні речовини (наприклад, гістаміни), унаслідок чого з'являються набряк і біль. У місце пошкодження надходять лейкоцити (зокрема нейтрофіли), які знищують шляхом фагоцитозу мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності (іл. 50). Якщо місце запалення оточене мембраною, то виникає нарив (абсцес), тобто скупчення гною, який складається із загиблих клітин, лейкоцитів та знешкоджених мікроорганізмів.

NB **Плазма крові. Склад плазми. Тромбоцити. Згортання крові як захисна властивість організму. Фібриноген. Фібрин. Тромб. Лейкоцити. Властивості лейкоцитів**

ЕРУДИТ ONLINE Окрім згортання крові, існує й інший складний фізіологічний механізм, завдяки якому не відбувається тромбоутворення всередині кровоносних судин. В організмі людини виробляються речовини, які називають *антикоагулянтами*. Вони бувають прямої та непрямої дії. До антикоагулянтів прямої

дії належить, наприклад, гепарин (утворюється в печінці). Антикоагулянти непрямої дії пригнічують утворення активних речовин згортання крові. За порушення обміну речовин, певних захворювань серцево-судинної системи, печінки, надмірного вживання алкоголю тощо всередині судин можуть виникати тромби, що є дуже небезпечним для організму.

У деяких людей втрачається здатність до згортання крові — виникає хвороба *гемофілія.* Тому за незначних травм може виникнути сильна тривала кровотеча. Якщо кровотечу вчасно не зупинити, то гемофілія може призвести до смерті. Хворіють на це важке генетичне захворювання переважно чоловіки, але носіями спадкової ознаки хвороби є лише жінки. Найвідомішим в історії носієм гемофілії була королева Великої Британії Вікторія (1819–1901).

1. Що таке плазма крові? Який її склад? **2.** Що таке фізіологічний розчин? Яке його призначення? **3.** Концентрація яких речовин у плазмі крові є сталою величиною? **4.** Яка будова та функції тромбоцитів? **5.** Що таке згортання крові? **6.** Схарактеризуйте згортання крові як захисну реакцію організму. **7.** Що таке лейкоцити, які їх властивості? У чому полягають особливості їхньої будови? **8.** Як відбувається місцеве запалення?

9. Чи можна за зневоднення організму вводити в кров для відновлення її об'єму чисту воду? Поміркуйте чому. **10.** Чому не розриваються клітини крові, якщо людина вип'є велику кількість води? Чому вони не зморщуються після вживання значної кількості кухонної солі? **11.** Чому в здорової людини всередині кровоносних судин тромби не утворюються? **12.** Чим пояснити різноманітність лейкоцитів? **13.** Поясніть, чому місцеве запалення можна розглядати як захисну реакцію організму.

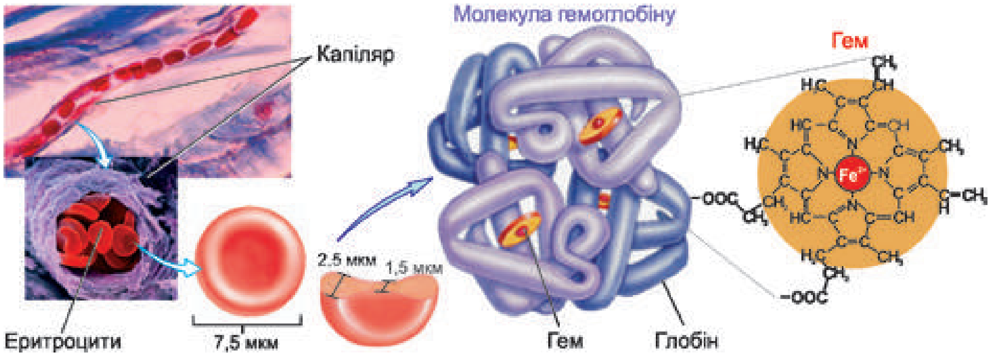
§ 19. Будова й функції еритроцитів. Групи крові та переливання крові

Пригадайте, чи в усіх тварин кров червона. Яку кров називають артеріальною? Венозною? Чи знаєте ви свою групу крові та резус-фактор?

Будова еритроцитів. Еритроцити — це клітини крові, основна функція яких полягає у транспортуванні кисню та вуглекислого газу. Виконання еритроцитами дихальної функції зумовлене особливостями їхньої будови.

У крові людини еритроцити мають здебільшого форму двовгнутого диска (іл. 51). Площа його поверхні становить близько 145 мкм^2.

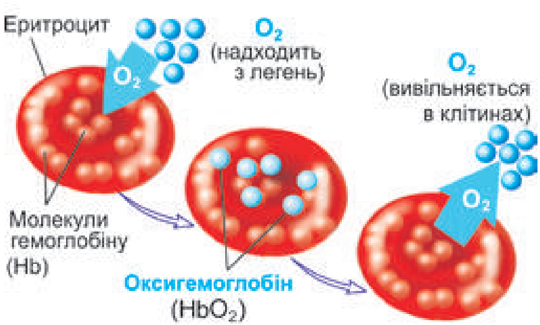
Форма двовгнутого диска, збільшуючи поверхню еритроцита, забезпечує транспортування більшої кількості різноманітних речовин. Зовні еритроцит має плазматичну мембрану, яка є проникною для кисню та вуглекислого газу. Зрілий еритроцит крові людини не має ядра. Клітина-попередник, з якої утворюється еритроцит, має ядро. Під час дозрівання еритроцита ядро виходить за межі клітини, а його місце займає дихальний пігмент гемоглобін. У крові здорової людини його міститься 117–173 г/л. Молекула *гемоглобіну* (Hb) має сфероподібну форму й складається з білкової частини — *глобіну* — та небілкової — *гема.* Чотири молекули гема розміщуються на її поверхні в спеціальних заглибленнях (іл. 51). **Гем** — це сполука, яка містить чотири атоми Феруму і легко сполучається з киснем. Це й зумовлює здатність гемоглобіну переносити кисень.



Іл. 51. Будова еритроцита

Транспортування кисню. Кисень із вдихуваного повітря через стінки кровоносних капілярів легень надходить в еритроцити. Тут він за допомогою слабких зв'язків приєднується до атома Fe (II). Приєднавши O_2, гемоглобін (Hb) перетворюється на *оксигемоглобін* (HbO_2) — сполуку яскраво-червоного кольору, яка є нестійкою й легко розпадається на Hb та O_2. Одна молекула гемоглобіну може зв'язати 4 молекули кисню, тому що гем містить 4 атоми Fe (II). Завдяки цій властивості гемоглобіну всі тканини організму забезпечуються киснем (іл. 52).

Гемоглобін може зв'язувати й інші гази, зокрема CO (чадний газ), й утворювати стійку сполуку *карбоксигемоглобін* (HbCO). Розпадання цієї сполуки на Hb і CO відбувається дуже повільно (у 200 разів повільніше, ніж *оксигемоглобіну*). Через це за наявності в повітрі чадного газу більша частина гемоглобіну зв'язується з ним, втрачаючи здатність до переносу кисню. Це призводить до порушення тканинного дихання, що є смертельно небезпечним для людини.



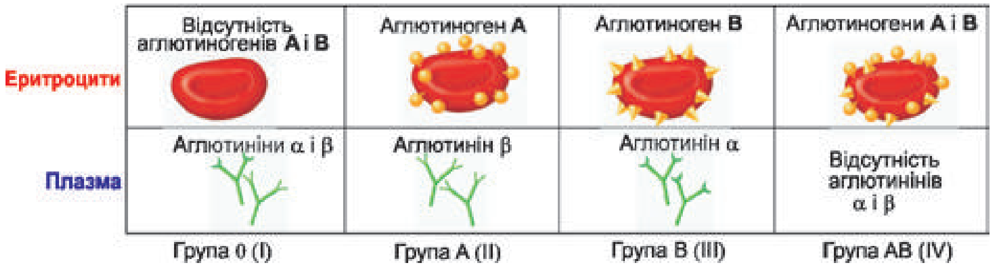
Іл. 52. Механізм транспортування кисню кров'ю

Транспортування вуглекислого газу. Відомо, що в клітинах у процесі дихання утворюється вуглекислий газ, який транспортується кров'ю до легень. Способи транспортування CO_2 є різними. Так, 80 % вуглекислого газу транспортується не гемоглобіном безпосередньо, а сполуками карбонатної кислоти (H_2CO_3). Ця кислота утворюється в еритроцитах унаслідок з'єднання CO_2 і H_2O. Певна частина вуглекислого газу (близько 10 %) зв'язується з білковою частиною гемоглобіну, утворюючи *карбгемоглобін*. Решта CO_2 залишається у вигляді розчиненого газу в плазмі крові.

Групи крові системи АВ0. Еритроцити, окрім транспортної, виконують інші функції, серед яких важливе значення має функція визначення груп крові людини. Це зумовлено наявністю у плазматичній мембрані еритроцитів набору певних речовин білкової природи. Сьогодні відомо понад 250 таких еритроцитарних речовин, які зумовлюють специфічні властивості крові й вибірково в різних комбінаціях притаманні лише певним групам людей. Набір еритроцитарних білків для кожної людини є індивідуальним й успадковується від батьків, тобто наявний в організмі від народження. Ці речовини позначаються латинськими літерами: A, B, D, s, c та ін. — й об'єднуються за характером їх впливу на властивості крові в певні системи. Вивчено близько 30 таких групових систем крові. Розгляньмо деякі з них, зокрема системи АВ0 і резус (Rh), оскільки речовини, що входять до їх складу, спричиняють дуже сильні реакції під час переливання крові, а також несумісність крові матері та плода під час вагітності.

Групова система АВ0 об'єднує еритроцитарні білки А і В (містяться у плазматичній мембрані еритроцитів) та білки α і β (містяться у плазмі крові). Речовини А й В називають *аглютиногенами*, α й β — *аглютинінами*. За взаємодії аглютиногени А й аглютиніну α (відповідно аглютиногени В й аглютиніну β) відбувається *аглютинація* — склеювання еритроцитів. Тому в крові людини не можуть одночасно міститися здатні до взаємодії один з одним аглютиноген А і аглютинін α чи аглютиноген В й аглютинін β, оскільки відбуватиметься аглютинація еритроцитів. У людини, еритроцити якої містять аглютиногени А, у плазмі обов'язково є аглютиніни β, а в людини, еритроцити якої містять аглютиногени В, у плазмі обов'язково є аглютиніни α.

Аглютиногени А і В можуть існувати незалежно один від одного, тому чотири можливі їх комбінації з аглютинінами лежать в основі чотирьох груп крові (іл. 53).



Іл. 53. Групи крові за системою АВ0

Групи крові є спадковими й не змінюються протягом життя. Визначення належності до певної групи крові за системою АВ0 проводять у лабораторіях шляхом ідентифікації аглютиногенів і аглютинінів (так званий подвійний метод, або перехресна реакція).

За відкриття груп крові австрійський лікар і хімік Карл Ландштейнер був удостоєний Нобелівської премії в 1930 р.

Переливання крові. Відкриття групової системи АВ0 дало можливість зрозуміти такі явища, як *сумісність* і *несумісність під час переливання крові.*

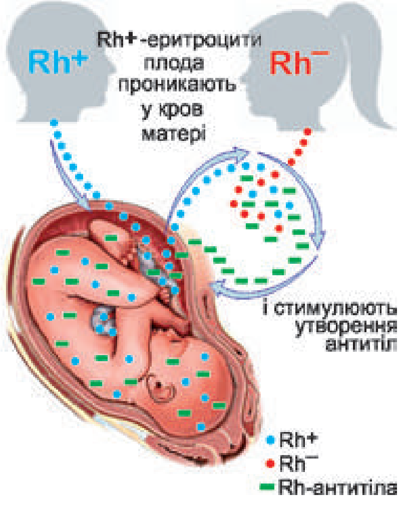


Карл Ландштейнер (1868–1943)

Традиційно вважають, що переливання крові — це введення з лікувальною метою в кровоносні судини хворого крові або окремих її компонентів (еритроцитів, лейкоцитів чи тромбоцитів, плазми, білків плазми, сироватки тощо).

Переливання крові — це метод лікування хворих, в основі якого лежить *трансплантація* (від лат. *transplantatio* [трансплантатіо] — перенесення) рідкої сполучної тканини людини — крові. Застосування цього методу передбачає високий ступінь відповідальності як медперсоналу, так і донорів. *Донори* — це люди, у яких беруть кров, а ті, кому її переливають, — *реципієнти*. Донорами можуть бути всі здорові люди віку 18–60 років.

Досягнення сучасної науки дозволяють запобігти ускладненням під час переливання крові, які, на жаль, ще трапляються в лікувальній практиці та навіть призводять до смерті реципієнта. Під час переливання крові необхідно дотримувати правил групової сумісності донора та реципієнта. Переливати реципієнту потрібно цільну кров його ж групи. Але в екстрених випадках переливають не цільну кров, а лише еритроцитарну масу. Причому еритроцити групи 0 (I) можна переливати реципієнтам усіх інших груп крові; еритроцити групи А (II) — реципієнтам із групами крові А (II) і АВ (IV); еритроцити групи В (III) — реципієнтам із групами крові В (III) і АВ (IV). Сьогодні в лікувальній практиці широко використовують штучні кровозамінники (реосорбілакт, гемодез тощо).



Іл. 54. Резус-конфлікт

Система резус (Rh) об'єднує шість еритроцитарних речовин — D, C, E, d, c, e. За їх можливими комбінаціями розрізняють 8 груп крові. Найсильнішу дію серед усіх проявляє аглютиноген D. Тому саме його називають **резус-фактором.** Кров, яка містить цей аглютиноген, називають *резус-позитивною* (Rh^+), а ту, що не має його, — *резус-негативною* (Rh^-). Переливання несумісної за резус-фактором крові спричиняє резус-конфлікт, що призводить до аглютинації еритроцитів.

Якщо в батьків різні групи крові системи Rh (зокрема, коли батько Rh^+, а мати Rh^-), то під час вагітності між матір'ю і плодом Rh^+ виникає резус-конфлікт (іл. 54).

У крові матері утворюються особливі речовини (Rh-антитіла), які руйнують власні еритроцити або еритроцити плода. У плода розвивається гемолітична хвороба. Це захворювання трапляється з частотою один випадок на 500 новонароджених. З кожною наступною вагітністю зростає ризик і збільшується ймовірність гемолітичної хвороби новонароджених та ступінь її важкості. Щоб уникнути наслідків резус-конфлікту, уживають спеціальних медичних заходів.

Еритроцити. Гемоглобін. Оксигемоглобін. Карбоксигемоглобін. Карбгемоглобін. Система АВ0. Групи крові. Аглютиногени. Аглютиніни. Переливання крові. Резус-фактор

За даними досліджень учених, в Україні переважають люди з групою крові А (II) — 40,87 % загальної чисельності населення, потім — із групою 0 (I) — 30,76 %, далі з групою В (III) — 19,50 % і групою АВ (IV) — 8,85 %. Людей з Rh^+ у нашій країні є 86,00 %, з Rh^- — 14,00 %.

Американські вчені в лабораторних умовах виростили штучні еритроцити, які постачають кисень не менш ефективно, ніж природні. Нове досягнення підвищує шанси одержати згодом універсальну кров, яку можна буде переливати будь-яким пацієнтам. *Висловте ставлення до цього відкриття. У чому полягає перевага штучної крові?*

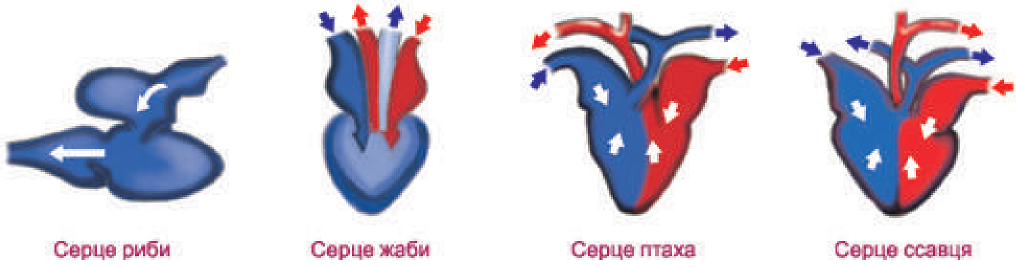
1. До яких структурних компонентів крові належать еритроцити? Яку функцію вони виконують? **2.** Якими особливостями будови еритроцитів зумовлена дихальна функція крові? **3.** Що таке гемоглобін? Схарактеризуйте його будову. **4.** Як відбувається транспортування кисню кров'ю? **5.** Назвіть форми транспортування вуглекислого газу кров'ю. **6.** Чому наявність у повітрі навіть незначної кількості чадного газу є для людини небезпечною? **7.** Якими особливостями будови еритроцитів зумовлена функція визначення груп крові людини? **8.** Схарактеризуйте групи крові людини системи АВ0. **9.** Схарактеризуйте систему резус (Rh). **10.** Що таке резус-конфлікт?

11. Чому дуже важливо, щоб кожна людина знала свою групу крові й резус-фактор? **12.** Користуючись додатковими джерелами інформації, підготуйте повідомлення про сучасні методи діагностики крові; методи консервування крові; штучні кровозамінники. **13.** У художній літературі доволі часто для характеристики людини, яка належить до аристократичного кола, уживають словосполучення «блакитна кров». Як ви розумієте ці слова? Чи є люди, кров у яких блакитна? Чи є у природі тварини із блакитною кров'ю?

14. Проблема інфікування через кров у медичних установах — потенційна небезпека зараження різними вірусами (ВІЛ, герпес, гепатити А, В, С тощо), збудниками захворювань, що передаються статевим шляхом (сифіліс, гонорея тощо). Як ця проблема розв'язується: а) на державному рівні; б) медиками; в) особисто кожною людиною? Відповідь аргументуйте. **15.** Карл Ландштейнер, отримуючи Нобелівську премію, сказав: «Система АВ0 — лише початок досліджень. З часом кількість таких систем зростатиме, доки кожна людина не стане володарем власної неповторної групи». Чи справджується його передбачення?

§ 20. Система кровообігу. Серце: будова та функції. Робота серця

Як ускладнювалась будова серця хребетних тварин від риб до ссавців (іл. 55)?

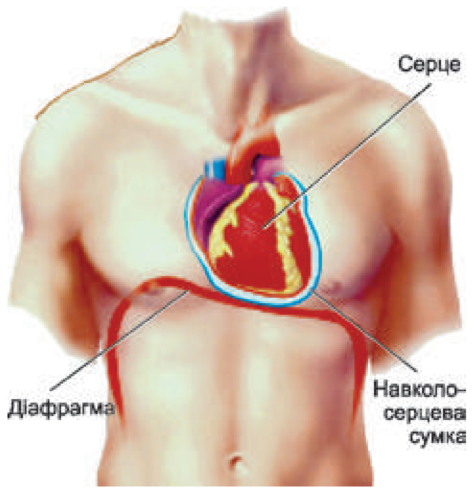


Іл. 55. Будова серця представників різних груп хребетних тварин

Виконання основних функцій крові зумовлено її постійною циркуляцією в організмі. *Пригадайте, яка система органів забезпечує рух крові та які органи входять до її складу (§ 3).*

Будова серця. Центральним органом кровоносної системи людини є серце. У людини воно завбільшки з кулак. Хоча маса серця незначна (до 250–360 г, що становить близько 1/200 маси тіла людини), проте воно виконує титанічну роботу. У стані спокою серце робить близько 60–80 скорочень за хвилину, за добу воно скорочується близько ста тисяч разів, за 70 років — понад 2,5 млрд разів.

КРОВООБІГ — рух крові по замкненій *системі кровоносних судин* і *серця*, який забезпечує обмін речовин між організмом та зовнішнім середовищем.



Іл. 56. Місце розташування серця

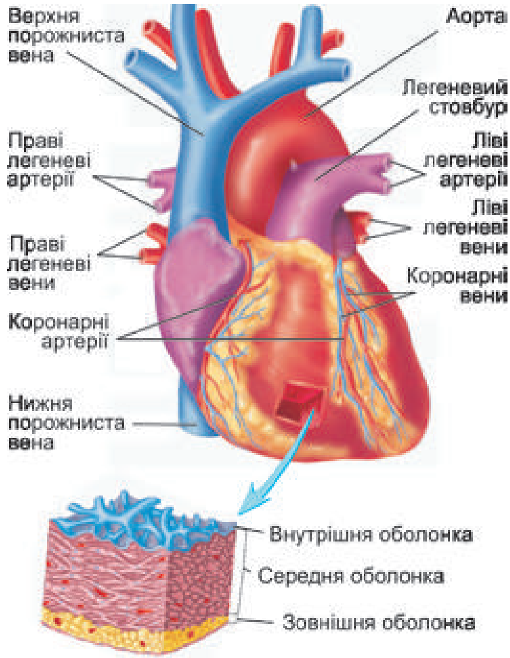
Серце — м’язовий порожнистий орган конусоподібної форми. Розташоване воно асиметрично в грудній порожнині за грудиною (двома третинами — у її лівій половині, а однією третиною — у правій) і майже повністю оточене легенями. Знизу до серця прилягає діафрагма. Серце міститься в навколосерцевій сумці, що утворена сполучною тканиною (іл. 56). На її внутрішній поверхні виділяється рідина, що зволожує серце.

Суцільна поздовжня м’язова *перегородка* ділить серце на дві ізольовані одна від одної частини — праву й ліву. У верхній частині обох половин розташовані праве й ліве передсердя, у нижній частині — правий і лівий

шлуночки (іл. 58). Отже, серце людини, як і всіх ссавців, чотирикамерне.

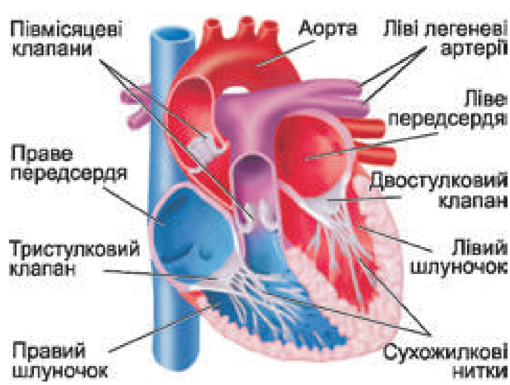
У праве передсердя по *верхній* і *нижній порожнистих венах* кров надходить з усіх частин тіла. Із правого шлуночка виходить *легеневий стовбур*, через який венозна кров надходить до чотирьох легеневих артерій, а далі — до легень.

У ліве передсердя впадають чотири *легеневі вени*, які несуть артеріальну кров від легень. З лівого шлуночка виходить *аорта*, по якій артеріальна кров рухається до органів і тканин тіла (іл. 57). У правій половині серця міститься *венозна кров*, у лівій — *артеріальна*.



Іл. 57. Будова серця

Важливими для роботи серця є клапани (два *стулкові* та два *півмісяцеві*), які перешкоджають зворотному плину крові (іл. 58).



Іл. 58. Серцеві клапани

Двостулковий клапан розташований між лівими передсердям і шлуночком. Він складається із двох стулок. *Тристулковий клапан* міститься між правими передсердям та шлуночком і складається із трьох стулок. Ці клапани не допускають повернення крові в передсердя зі шлуночків під час їх скорочення.

Один *півмісяцевий клапан* розташований між лівим шлуночком та аортою і перешкоджає поверненню крові в серце з аорти під час розслаблення лівого шлуночка. Другий півмісяцевий клапан міститься між правим шлуночком та легеневим стовбуром і перешкоджає поверненню крові з легеневого стовбура в серце під час розслаблення правого шлуночка. Кожен півмісяцевий клапан складається із трьох подібних до кишеньок листків. Вільним краєм кишеньки спрямовані в бік судин.

Будова стінки серця. Стінка серця складається з трьох оболонок: *зовнішньої* (епікард), *середньої* (міокард) і *внутрішньої* (ендокард).

Епікард огортає серце ззовні, а ендокард вистилає його внутрішню поверхню. Вони утворені сполучною тканиною, вкриті одношаровим епітелієм. Міокард, або власне серцевий м’яз, у різних частинах серця має різну товщину. Міокард шлуночків є товстішим за міокард передсердь, що добре видно на іл. 58. Це зумовлено тим, що шлуночки виконують більшу роботу з перекачування крові порівняно з передсердями. Особливо товстою є стінка лівого шлуночка (9–11 мм).

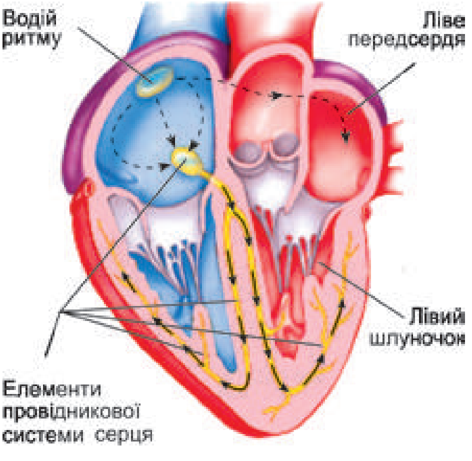
Властивості серцевого м’яза. Для серцевого м’яза властиві *збудливість*, *скоротливість*, *провідність*.

Пригадайте з § 2, що означають ці поняття.

Збудливість міокарда. Відомо, що серцева м’язова тканина має поперечну посмугованість (іл. 12 в) і її волокна щільно прилягають одне до одного. Це зумовлено наявністю клітинних контактів, через які збудження швидко поширюється на сусідні клітини й охоплює весь міокард. Унаслідок цього міокард скорочується. Скорочення серця відбувається за принципом «усе або нічого»: порогова сила подразника викликає максимальне скорочення всіх м’язових волокон серця («усе»), а сила подразника, менша за порогову, не спричиняє жодних дій м’язів («нічого»).

Скоротливість міокарда має свої особливості. У відповідь на подразнення виникає збудження, унаслідок якого спочатку скорочуються передсердя, потім — шлуночки. Це й забезпечує узгоджену роботу серця.

ПОРОГОВА СИЛА ПОДРАЗНИКА — це мінімальна сила подразнення, яка здатна викликати збудження.



Іл. 59. Провідникова система серця

Провідність міокарда. У міокарді, крім м’язових волокон, є особливі нетипові м’язові клітини, які втратили здатність скорочуватися, але зберегли здатність самозбуджуватися і проводити електричні імпульси. Збудження передається як по волокнах міокарда, так і по нетипових м’язових клітинах, які утворюють *провідникову систему серця* (іл. 59). Елементи провідникової системи серця розміщені в усіх його відділах.

Так, у стінці правого передсердя провідникові елементи представлені особливим вузлом, де виникає імпульс серцевого скорочення, частота якого становить 60–80 ударів за хвилину. Цей вузол називають *водієм ритму*. Від нього збудження поширюється на інші елементи провідникової системи серця, що зумовлює скорочення міокарда. Здатність серця ритмічно скорочуватися без зовнішніх

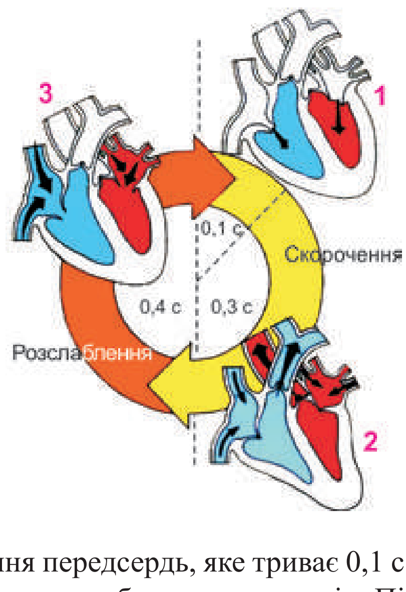
подразників та участі нервової системи під впливом електричних імпульсів, що виникають у самому серці, називають автоматією серця.

Кровопостачання серця. Серце, забезпечуючи кров'ю весь організм людини, також потребує постійного надходження кисню та поживних речовин. Причому для нормальної діяльності воно має більшу потребу в цих речовинах, ніж інші органи людини. Обмін речовин у міокарді відбувається в 10–20 разів інтенсивніше, ніж у будь-якому іншому органі людини. Тому на живлення серця витрачається 20 % енергетичних ресурсів, які використовує організм. Кровопостачання серця здійснюється спеціальними *коронарними*, або *вінцевими*, *артеріями* (іл. 57). По коронарних артеріях за добу протікає в середньому 350 л крові.

Робота серця. Передсердя і шлуночки серця можуть перебувати у двох станах: скороченому та розслабленому. Скорочення й розслаблення передсердь і шлуночків відбуваються в певній послідовності та строго узгоджені в часі.

Одне повне скорочення та розслаблення передсердь і шлуночків становить **серцевий цикл.** Тривалість серцевого циклу залежить від *частоти серцевого скорочення* (ЧСС). У нетренованої дорослої здорової людини в стані спокою вона становить 60–80 уд/хв. Відповідно час одного серцевого циклу менший за 1 с.

Розгляньмо роботу серця на прикладі одного серцевого циклу (іл. 60).



Іл. 60. Серцевий цикл:

1 — скорочення передсердь (стулкові клапани відкриті, півмісяцеві — закриті);
2 — скорочення шлуночків (півмісяцеві клапани відкриті, стулкові — закриті);
3 — загальне розслаблення передсердь і шлуночків (стулкові клапани відкриті, півмісяцеві — закриті).

Серцевий цикл починається зі скорочення передсердь, яке триває 0,1 с. За цей час кров з передсердь виштовхується до розслаблених шлуночків. Після цього настає скорочення шлуночків, яке триває 0,3 с.

Кров з лівого шлуночка виштовхується до аорти, а з правого — до легеневих артерій. Наступних 0,4 с весь серцевий м'яз перебуває у фазі загального

розслаблення. Період відпочинку (0,4 с) достатній для відновлення працездатності серцевого м’яза.

Таким чином, серцевий цикл триває 0,8 с і складається із трьох фаз: *скорочення передсердь*, *скорочення шлуночків*, *загального розслаблення передсердь і шлуночків*. Протягом серцевого циклу передсердя перебувають у розслабленому стані 0,7 с, а шлуночки — 0,5 с. Тому серцевий м’яз здатний працювати не втомлюючись протягом усього життя людини.

Під час кожного скорочення шлуночків в аорту виштовхується певна порція крові. Її об’єм у нормі становить 50–70 мл. За одну хвилину серце дорослої здорової нетренованої людини в стані фізичного та емоційного спокою за нормальної ЧСС перекачує 4,5–5,0 л крові. У цієї ж людини за фізичного навантаження кількість крові, що перекачується серцем за 1 хв, збільшується до 15,0–20,0 л. У спортсменів ця величина може досягати 30–40 л/хв. Систематичні тренування сприяють збільшенню маси та розмірів серця, підвищують його силу.

Кровообіг. Серце. Передсердя. Шлуночки. Властивості міокарда. Автоматія серця. Робота серця. Серцевий цикл

Якщо пошкоджуються елементи провідникової системи серця (не генеруються і не поширюються належним чином електричні імпульси), виникають серцеві хвороби. Кардіологи навчилися запобігати таким збоям: вони вшивають у серцевий м’яз електронний кардіостимулятор, який примушує серце скорочуватися в належному ритмі. Його імплантують пацієнтам з тяжкими симптомами, коли частота пульсу низька (менше 60 уд./хв) або ж коли потрібно сповільнити надто швидкий ритм серцебиття (понад 100 уд./хв).

Американські медики зробили унікальну операцію: їм вдалося оживити серце лабораторного щура, який здох за кілька днів до проведення досліду. Науковці для «відродження» серця використали стовбурові клітини. Метод полягає в модифікації структури й видаленні непридатних клітин серця таким чином, щоб основні структури міокарда залишались неушкодженими. На думку авторів, у майбутньому за допомогою нового методу можна буде регенерувати серце людини. *Висловте своє ставлення до цього відкриття. Які перспективи для людства загалом та для кожної людини зокрема воно має?*

1. За іл. 57 схарактеризуйте будову серця. **2.** Які клапани є в серці? Де вони розміщені? Яке значення для роботи серця вони мають? **3.** Схарактеризуйте особливості будови серцевого м’яза. **4.** Які властивості притаманні міокарду? **5.** Яку роль відіграє автоматія серця в життєдіяльності організму? **6.** Що таке серцевий цикл? Схарактеризуйте його фази. **7.** Чому серце здатне невтомно працювати протягом усього життя людини? **8.** Поясніть взаємозв’язок будови та функцій серця.

9. ***Розв’яжіть задачі.*** 1. Виходячи з тривалості фаз серцевого циклу, визначте, скільки часу у 80-річної людини протягом життя відпочивали м’язи передсердь, шлуночків серця. 2. Серце нетренованої людини в стані спокою робить у середньому 72 уд./хв, виштовхуючи при цьому до аорти 50–70 мл крові, а в спортсмена таких скорочень буває лише 50. У який спосіб спортсмен покриває потреби в кисні за такої ЧСС?

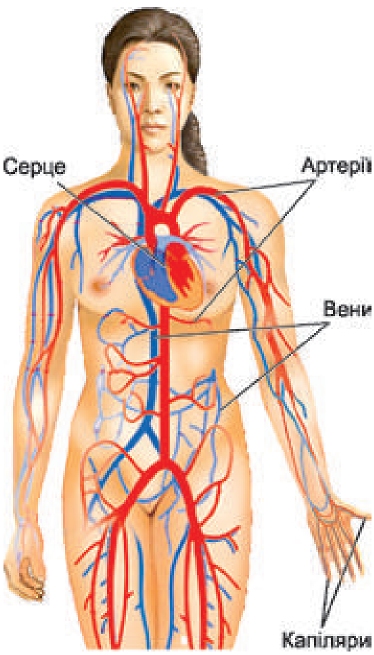
10. У День святого Валентина (14 лютого) прийнято дарувати листівки-валентинки, на яких символічно зображене серце. Чому серце стало символом цього свята?

§ 21. Будова та функції кровоносних і лімфатичних судин. Лімфообіг

Пригадайте, які типи кровоносних систем характерні для тварин. Як кров рухається по замкненій кровоносній системі хордових?

Серце, як помпа, нагнітає кров до мережі кровоносних судин. У системі кровоносних судин розрізняють *артерії*, *вени* та *капіляри* (іл. 61).

Будова і функції кровоносних судин. В артеріях кров рухається під великим тиском, який вони витримують завдяки будові своїх стінок. Стінки артерій є товстими, міцними й пружними. Здебільшого артерії розміщені глибоко під м'язами, що має захисне значення. Великі артерії, віддаляючись від серця, розгалужуються. Стінки артерій складаються із трьох шарів (іл. 62).



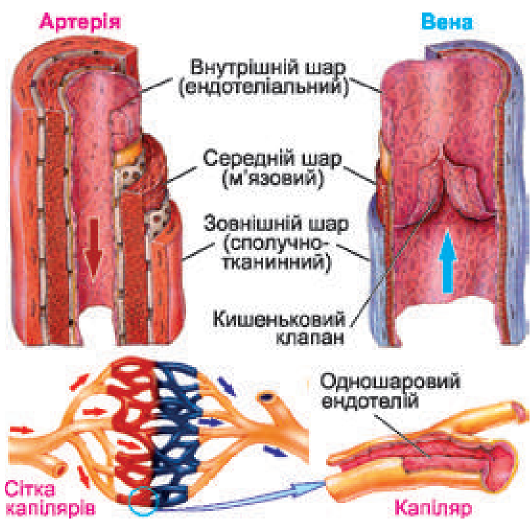
Іл. 61. Кровоносна система людини

Зовнішній шар утворений сполучною тканиною. У ньому проходять нерви, що регулюють просвіт судин. *Середній шар* утворений непосмугованими м'язами та еластичними волокнами, які надають артеріям пружних властивостей. *Внутрішній шар* утворений шаром ендотеліальних клітин (плоскі за формою клітини подібні до епітеліальних).

Найдрібніші артерії розпадаються на тонесенькі капіляри, стінки яких складаються з одношарового ендотелію. У кожному органі капіляри утворюють сітку (іл. 62).

Саме там кров віддає тканинам кисень, поживні речовини і забирає вуглекислий газ та інші продукти обміну. Артеріальна кров змінюється на венозну. Площа поперечного перерізу всіх капілярів тіла становить понад 5 000 м^2.

Кров з капілярів надходить у вени, стінки яких тришарові.



Іл. 62. Будова кровоносних судин

АРТЕРІЇ (від грец. *aer* [аер] — повітря; *tereo* [терео] — містити) — кровоносні судини, по яких кров рухається від серця до органів і тканин.

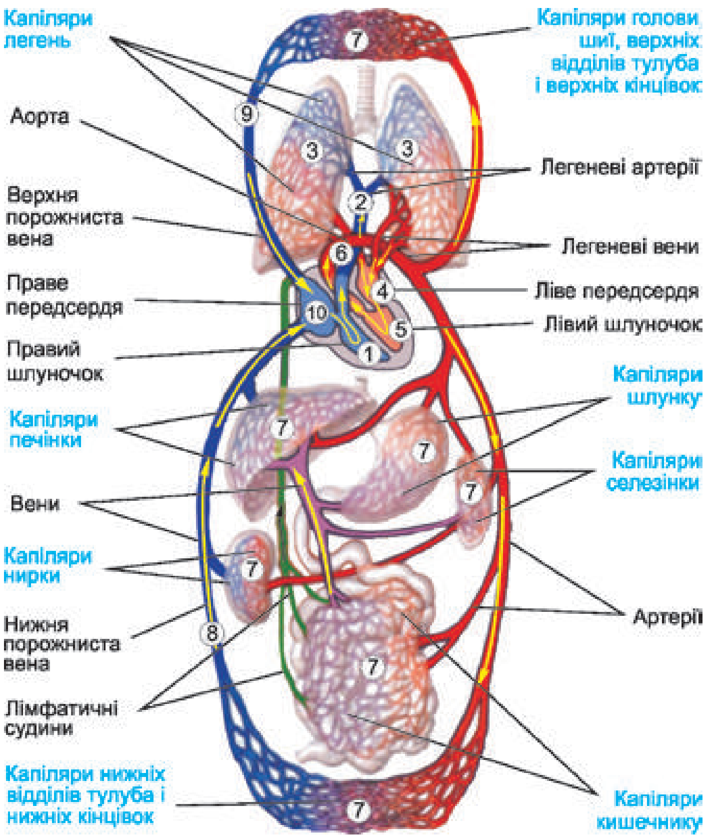
ВЕНИ (від лат. *vena* [вена] — судина, жила) — кровоносні судини, по яких кров рухається від органів і тканин до серця.

КАПІЛЯРИ (від лат. *capillaris* [капіларіс] — волосяний) — найдрібніші кровоносні судини в тканинах та органах.

На відміну від артеріальних стінок, вони містять мало м'язових волокон, тому менш пружні, але більш еластичні. Крім того, вени (за винятком порожнистих) мають кишенькові клапани, що перешкоджають зворотному рухові крові.

У людини, як і в наземних хордових, кров рухається по двох *колах кровообігу*: *великому* і *малому*.

Велике коло кровообігу (іл. 63). Під час скорочення лівого шлуночка (5) насичена киснем *артеріальна кров* виштовхується в аорту (6). З аорти кров рухається по артеріях, які далі від серця розгалужуються та переходять у капіляри (7). Через тонкі стінки капілярів кров віддає поживні речовини й кисень у тканинну рідину, а продукти життєдіяльності клітин і вуглекислий газ із тканинної рідини потрапляють у кров. З капілярів *венозна кров* рухається по дрібних венах, що зливаються в більші вени й упадають у нижню (8) і верхню (9) порожнисті вени. Порожнисті вени приносять

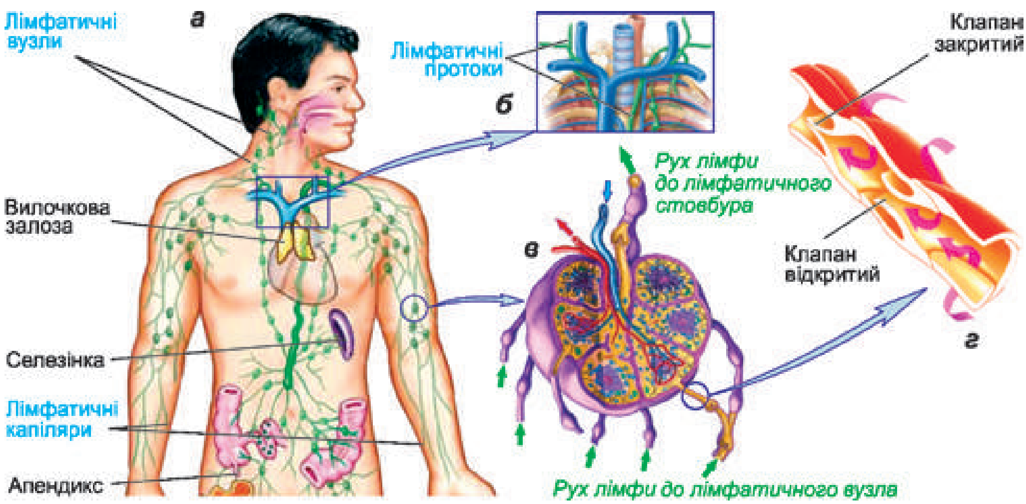


Іл. 63. Схема руху крові по кровоносній системі

кров від тулуба, нижніх кінцівок, органів черевної порожнини, голови, шиї, рук у праве передсердя (10), де закінчується велике коло кровообігу. Отже, шлях крові від лівого шлуночка до правого передсердя називають *великим колом кровообігу*. По всіх *артеріях* великого кола кровообігу тече *артеріальна кров*, а по венах — *венозна*.

Мале коло кровообігу (іл. 63). Із правого шлуночка (1) венозна кров надходить до легеневих артерій (2), які в легенях утворюють густу сітку капілярів (3), що обплітають легеневі міхурці. Венозна кров віддає вуглекислий газ, збагачується киснем і перетворюється на *артеріальну*. З легень артеріальна кров по легеневих венах повертається в ліве передсердя (4), у якому завершується мале коло кровообігу. Отже, шлях крові від правого шлуночка до лівого передсердя називають *малим*, або *легеневим, колом кровообігу*. В артеріях малого кола кровообігу тече *венозна кров*, а у венах — *артеріальна*.

Будова й функції лімфатичних судин. Відомо, що до серцево-судинної системи людини належить, крім кровоносної, лімфатична система (іл. 64). *Пригадайте, які органи належать до цієї системи та які функції вони виконують (§ 3).*



Іл. 64. Лімфатична система людини

Найдрібнішими судинами лімфатичної системи є *лімфатичні капіляри* — тонкостінні трубочки, що починаються в міжклітинному просторі, з'єднуються між собою й утворюють розгалужену сітку. Вони в організмі містяться всюди, за винятком головного та спинного мозку, хрящів, кришталика ока та деяких інших органів. Стінки лімфатичних капілярів, як і кровоносних, утворені одним шаром ендотеліальних клітин.

Але лімфатичні капіляри за діаметром більші, ніж кровоносні, тому великі молекули (білкові, жирові), які не можуть проникнути в кровоносні капіляри, легко надходять у лімфатичне русло.

Із сіток лімфатичних капілярів утворюються внутрішньоорганні відвідні *лімфатичні судини*, які, зливаючись і поступово збільшуючись у діаметрі, утворюють спочатку *лімфатичні стовбури*, а відтак — і дві *лімфатичні протоки* (іл. 64 а, б). За структурою лімфатичні судини нагадують вени — складаються із внутрішньої, середньої та зовнішньої оболонок; мають клапани, які перешкоджають зворотному рухові лімфи. У місцях розміщення клапанів утворюються звуження, завдяки чому судини мають характерну форму (іл. 64 г).

Лімфообіг. У лімфатичних капілярах утворюється лімфа. *Пригадайте її склад та функції.* По відвідних лімфатичних судинах лімфа тече в одному напрямку — від органа до лімфатичних вузлів — утворів округлої форми діаметра 0,5–25 мм (іл. 64 а, в).

В організмі людини нараховують понад 300 лімфатичних вузлів. Вони розміщуються по ходу лімфатичних судин у певних ділянках тіла групами (підколінні, пахові, бронхо-легеневі, підщелепні, шийні тощо). Протікаючи через лімфатичні вузли, лімфа збагачується лімфоцитами. *Пригадайте, що це за клітини і яку функцію вони виконують.* Лімфатичні вузли є біологічними фільтрами, які затримують та знешкоджують генетично чужорідні організми й речовини, що надходять із зовнішнього середовища або утворюються в самому організмі.

У лімфатичних вузлах відбувається зливання потоків лімфи від окремих органів певної ділянки тіла. З лімфатичних вузлів лімфа надходить у лімфатичні стовбури, а далі — у дві лімфатичні протоки, які біля ключиць впадають у вени кровоносної системи. Таким шляхом лімфа рухається по лімфатичних судинах і надходить у кровоносне русло.

У переміщенні лімфи важливу роль відіграють ритмічні скорочення стінок певних лімфатичних судин. У лімфатичних капілярах та відвідних лімфатичних судинах скелетних м'язів потік лімфи забезпечується скороченням цих м'язів.

NB

Кровоносні судини: артерії, вени, капіляри. Велике коло кровообігу. Мале коло кровообігу. Лімфатичні судини. Лімфатичні вузли. Лімфообіг

1. Чим представлена серцево-судинна система людини? **2.** Які особливості будови кровоносних судин зумовлені їхніми функціями? **3.** За іл. 63 поясніть, як кров рухається по великому та малому колах кровообігу. **4.** Під час скорочення якої частини серця кров спрямовується в аорту? **5.** Якими судинами кров надходить до органів? **6.** Що відбувається в капілярах великого кола кровообігу? **7.** У яку частину серця кров надходить венами великого кола кровообігу? **8.** Яка кров міститься в легеневій артерії, а яка — у легеневій вені? **9.** Що відбувається з кров'ю в легеневих капілярах малого кола кровообігу? **10.** Які функції виконує лімфатична система? **11.** Поясніть особливості будови та функцій лімфатичних судин. **12.** Що таке лімфа? Схарактеризуйте рух лімфи в організмі людини.

13. Які ознаки подібності та відмінності в будові: а) артерій, вен і капілярів; б) кровоносних та лімфатичних судин? **14.** У чому полягає взаємозв'язок кровоносної та лімфатичної систем?

§ 22. Рух крові по судинах. Пульс. Артеріальний тиск

Пригадайте з курсу фізики, чим спричинений і від чого залежить тиск у рідині. У яких одиницях вимірюють тиск?

Рух крові по судинах. Серце скорочується ритмічно, тому кров надходить до кровоносних судин порціями. Проте вона тече по кровоносних судинах безперервним потоком. Що ж забезпечує такий рух крові?

Непосмуговані м'язові волокна артерій, скорочуючись та розслаблюючись, звужують та розширюють їх і в такий спосіб регулюють потік крові в цих судинах. Еластичні волокна надають артеріям пружних властивостей. Пружність артерій має вагоме значення для руху крові. Лівий шлуночок під час скорочення виштовхує кров під великим тиском. При цьому стінки аорти розтягуються і вона вміщує всю кров, виштовхнуту шлуночком. Коли шлуночок розслаблюється, тиск в аорті знижується, а її стінки завдяки пружним властивостям дещо стискаються. При цьому кров з розтягнутої аорти проштовхується до артерій, хоча із серця в цей час кров не надходить. У такий спосіб забезпечується безперервний рух крові по судинах.

Руху крові по венах сприяють скелетні м'язи, які, скорочуючись і розслаблюючись, ритмічно стискають вени. Розтягнення порожнистих вен у грудній клітці під час вдиху також зумовлює рух крові по них до серця.

Швидкість руху крові залежить від різниці тисків і від площі поперечного перерізу кровоносного русла.

З курсу фізики вам відомо, що в нерозривних потоках нестисливих рідин добуток швидкості потоку (v) на площу його поперечного перерізу (S) є величиною сталою. Об'єм крові, що протікає за одиницю часу через судини, дорівнює добуткові швидкості руху крові на площу поперечного перерізу судин. Ця величина є однаковою для всіх частин кровоносної системи: скільки крові виштовхує серце в аорту, стільки її протікає через артерії, капіляри та вени й стільки ж повертається до серця.

Аорта має поперечний переріз 4,5 см^2, і швидкість руху крові тут найбільша — близько 0,3–0,4 м/с. У міру розгалуження артерій їх діаметр стає меншим, проте загальна площа поперечного перерізу всіх артерій зростає (до 400 см^2) і швидкість руху крові зменшується (до 4,0 мм/с). Загальна площа просвіту всіх капілярів у тисячу разів більша за площу поперечного перерізу аорти, а отже, швидкість кровотоку в капілярах у стільки ж разів повільніша, ніж в аорті (0,3 мм/с). Це має неабияке значення для організму. Саме завдяки повільному рухові крові в найменших кровоносних судинах встигає відбуватися обмін речовин (зокрема й газів) між кров'ю і міжклітинною рідиною.

Вени, на відміну від артерій, не розносять, а збирають кров від органів і несуть її до серця. На шляху від капілярів до серця їхня кількість і загальна площа поперечного перерізу зменшуються (від 700 $см^2$ до 10 $см^2$), а швидкість руху крові зростає до 0,2 м/с.

Пульс. З курсу фізики відомо, що механічний поштовх спричиняє коливання, які поширюються. У кровоносній системі таким є серцевий поштовх. Він поширюється по артеріях у вигляді пульсової хвилі зі швидкістю 10 м/с. Амплітуда цієї хвилі залежить від сили серцевих скорочень, віддаленості від серця й пружності судин артерій.

Періодичні пульсуючі коливання стінок артерій, зумовлені скороченнями серця, називають **артеріальним пульсом**. Кожне таке коливання стінок артерій відповідає одному скороченню серця. Пульс дорослої нетренованої людини в стані спокою — 60–80 уд./хв. Показники пульсу є величиною змінною. Вони залежать від *зросту* людини (що вища людина, то нижчі показники пульсу), *віку* (пульс новонародженої дитини становить 120–140 уд./хв, у 16–18 років досягає норми), *статі* (у чоловіків пульс дещо нижчий, ніж у жінок), *тренованості* організму (у тренованих людей пульс може становити 50 уд./хв).

Основними властивостями пульсу є його *частота*, *ритмічність*, *напруженість*, *висота* й *наповнення*. Це має важливе діагностичне значення — можна виявити порушення кровотоку та інші патологічні зміни в організмі (наприклад, за високого артеріального тиску пульс стає «твердим», а за низького — «м’яким»). У нормі пульс добре прослуховується — він пружний, ритмічний, рівномірний за наповненням. За пульсом визначають ритмічність, частоту й силу серцевих скорочень, що є важливими фізіологічними показниками здоров’я людини. Пульс легко прощупується пальцями в ділянках тіла, де артерії підходять до поверхні тіла — на внутрішньому боці зап’ястка, по боках шиї тощо.

Тема. **Вимірювання частоти серцевих скорочень.**

Лабораторне дослідження

Мета: навчитися вимірювати частоту серцевих скорочень (ЧСС).
Обладнання: секундомір.

Хід дослідження

Пам’ятайте! Частоту серцевих скорочень потрібно визначати лише після 5 хв відпочинку.



Знаходження пульсу

1. Знайдіть пульс у себе на променевій артерії. Для цього покладіть вказівний і середній пальці на внутрішню поверхню руки перед зап’ястком з боку великого пальця (див. іл.). Потренуйтесь швидко знаходити пульс.

2. Користуючись секундоміром, підрахуйте пульсові удари впродовж 15 с. Цей показник помножте на 4 і визначте ЧСС за 1 хв.

3. Повторіть вимірювання ЧСС ще двічі. Знайдіть середній показник.
4. Виявіть, на яких ділянках тіла, крім зап'ястка, можна проводити вимірювання ЧСС.
5. Зробіть висновок про особливості вимірювання пульсу та його властивостей.

Артеріальний тиск. Серце, виштовхуючи кров у кровоносні судини для її просування по кровоносній системі, створює **кров'яний тиск**. Вимірюється кров'яний тиск, як і атмосферний, у міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.). В аорті тиск найвищий — 110–130 мм рт. ст. З рухом крові по артеріях тиск поступово знижується до 100–120 мм рт. ст. Значне зниження тиску (до 20 мм рт. ст.) відбувається в найдрібніших артеріях і капілярах. У венах кров'яний тиск продовжує поступово знижуватись, і в порожнистих венах він практично сягає нуля. Завдяки різниці тиску кров тече з ділянки вищого тиску до ділянки нижчого.

Кров'яний, або артеріальний, тиск людини, залежно від фаз серцевого циклу, має два показники: *максимальний тиск у момент скорочення серця* і *мінімальний тиск у момент розслаблення серця*. Показником артеріального тиску людини є співвідношення цих показників (наприклад, 120/80 мм. рт. ст.). Нормальний максимальний тиск у момент скорочення серця становить 120–130 мм рт. ст., а мінімальний тиск у момент розслаблення серця — 80–85 мм рт. ст.

У здорової людини величина тиску підтримується на відносно постійному рівні, оскільки кровоносні судини в нормі перебувають у *тонус*і (від грец. *tonos* [тонос] — напруження). У результаті порушення нейрогуморальної регуляції судинного тонусу, негативної дії чинників зовнішнього середовища тонус кровоносних судин порушується.

Якщо тонус кровоносних судин збільшується, то вони звужуються і тиск у кровоносній системі підвищується. Такий стан підвищеного кров'яного тиску (вище від 140/90 мм рт. ст.) називають *артеріальною гіпертензією*, або *гіпертонією*.

Якщо тонус зменшується, судини розширюються, кров'яний тиск відповідно знижується. Зниження кров'яного тиску до 90/50 мм рт. ст. унаслідок зменшення тонусу кровоносних судин називають *артеріальною гіпотензією*, або *гіпотонією.*

Кров'яний тиск залежить від таких чинників: кількості крові в циркулюючому руслі (якщо втрачається кров — її об'єм зменшується, тиск знижується); сили і частоти серцевих скорочень; ступеня напруження стінки артерій (судинного тонусу).

Регуляція кровообігу. Однією з основних функцій нейрогуморальної регуляції кровообігу є підтримання постійного кров'яного тиску. Ця регуляція здійснюється рефлекторно. Головна роль належить нервовій системі (центр регуляції діяльності судин міститься в довгастому мозку). Деякі біологічно

активні речовини, що виділяються в кров (адреналін, норадреналін, ацетилхолін), а також зміни в йонному складі тканинної рідини здійснюють гуморальну регуляцію кровообігу.

Рух крові по судинах. Швидкість руху крові. Пульс. Вимірювання частоти серцевих скорочень. Артеріальний тиск

Основним методом виявлення змін артеріального тиску є метод, запропонований на початку XX ст. Для вимірювання артеріального тиску використовують спеціальний прилад тонометр, який складається з манжети, пристрою для нагнітання повітря в манжету та манометра для вимірювання тиску в манжеті. Крім того, тонометр оснащений або фонендоскопом, або електронним пристроєм для реєстрації пульсації повітря в манжеті. Метод ґрунтується на перетисканні манжетою плечової артерії та вислуховуванням звуків, які виникають за повільного випускання повітря з манжети. Сьогодні використовують як манометричні, так і цифрові апарати. Серед манометричних тонометрів розрізняють ртутні та механічні.



Тонометри: 1 — ртутний; 2 — механічний; 3 — цифровий

1. Завдяки чому кров рухається по судинах? **2.** Яка швидкість руху крові: а) в аорті; б) у венах; в) у капілярах? **3.** Від чого залежить швидкість руху крові в різних судинах кровоносної системи? **4.** У чому полягають особливості руху крові по венах? **5.** Що таке перерозподіл крові в організмі? **6.** Що таке пульс? На яких ділянках тіла і для чого його вимірюють? **7.** Якими властивостями характеризується пульс? **8.** Що таке кров'яний тиск? **9.** Як змінюється кров'яний тиск у різних ділянках кров'яного потоку? **10.** Що таке тонус кровоносних судин? **11.** У чому полягає практичне значення визначення частоти пульсу?

12. Чим забезпечується безперервність потоку крові? Відповідь аргументуйте. **13**. Завдяки яким особливостям кровотоку можливий перерозподіл крові в організмі?

14. Розгляньте ніготь великого пальця руки. Якого він кольору? Натисніть на нього. Якого кольору він набув? Чому? Якщо натиснення припинити, ніготь знову набуває попереднього кольору. Чому?

Дослідницький практикум

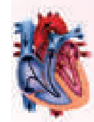
Тема: **Самоспостереження за частотою серцевих скорочень упродовж доби, тижня.**

Мета: дослідити зміну ЧСС під впливом навантажень; установити залежність ЧСС від стану організму та обґрунтувати значення показників ЧСС для оцінки стану здоров'я.

Матеріали: блокнот, ручка, секундомір.

Хід дослідження

1. Проводьте вимірювання частоти серцевих скорочень (підрахунок пульсу) впродовж тижня в той самий час у певні періоди доби.
2. Дані вимірювань занесіть до *таблиці 1*:



Таблиця 1

Період доби / Дні тижня	Вранці після пробудження, не встаючи з ліжка	Після виконання процедур ранкового туалету	Під час ігор на великій перерві в школі або активного відпочинку	Після обіду — по завершенні прийому їжі	Після вечірньої прогулянки	Перед нічним сном
понеділок						
вівторок						
середа						
четвер						
п'ятниця						
субота						
неділя						

3. Порівняйте отримані показники. Як ЧСС змінюється впродовж одного дня? Чому?

4. Як змінюється ЧСС в ті самі години впродовж тижня? Які причини цього?

5. Визначте періоди, коли виявлені найвищі та найнижчі значення ЧСС. Пригадайте, з якими подіями вони пов'язані.

6. Порівняйте величину виміряної ЧСС із показниками ЧСС у нормі для вашої статево-вікової групи. Чи відрізняється величина виміряної ЧСС від норми і про що вона свідчить?

7. Якщо показники ЧСС в стані спокою впродовж тижня є стабільними, оцініть стан свого здоров'я на основі аналізу даних *таблиці 2*.

8. Зробіть висновок про залежність ЧСС від стану організму та її значення для оцінки стану свого здоров'я.

Таблиця 2

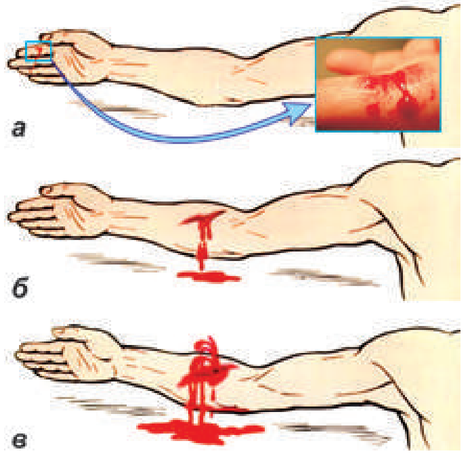
ЧСС, уд./хв	Стан здоров'я та рекомендації для запобігання захворюванням
Менше 45	Свідчить про серцеву блокаду, яка може бути наслідком сильної слабкості, хронічної втоми, патологічного порушення кровотоку. *Потрібно звернутися до лікаря-кардіолога.*
46–59	Часто є ознакою зниженої функції щитоподібної залози. *Слід пройти обстеження в лікаря-ендокринолога.*
60–80	Показник нормального фізіологічного стану організму. Ви в належній фізичній формі. *Підтримуйте її здоровим способом життя.*
81–100	Може свідчити про артеріальну гіпертензію. Потрібно регулярно вимірювати АТ. *Якщо тиск буде 140/90 мм рт. ст. і вищим, потрібно звернутися до кардіолога.*
Понад 100	Часто є ознакою підвищеної функції щитоподібної залози. *Необхідно пройти обстеження в ендокринолога.*

§ 23. Кровотечі. Серцево-судинні хвороби та їх профілактика

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», як спосіб життя людини впливає на її серцево-судинну систему.

Кровотечі, правила надання першої допомоги. За ушкодження кровоносних судин унаслідок травми, руйнування стінок судин за певних хвороб

виникають **кровотечі**. Утрата крові призводить до зниження кров'яного тиску, порушення постачання киснем головного мозку, серця, інших органів. Смертельною для людини є втрата 2,0–2,5 л крові. *Пригадайте, який об'єм крові в людини.*

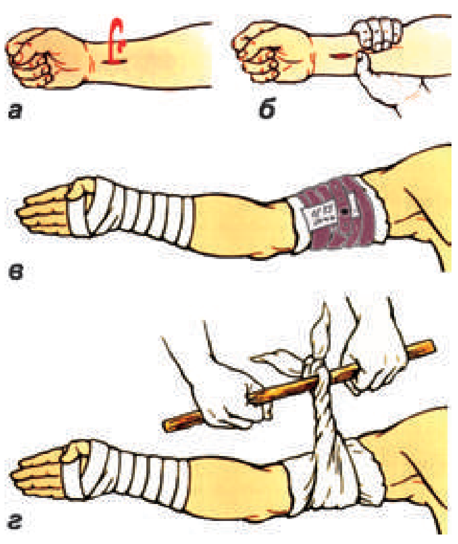


Іл. 65. Кровотечі: а — капілярна; б — венозна; в — артеріальна

Залежно від типу ушкоджених судин розрізняють *капілярні*, *венозні*, *артеріальні кровотечі*.

Капілярні кровотечі (іл. 65 а) виникають навіть за незначного ушкодження тканин. Оскільки кров по капілярах рухається повільно та під невеликим тиском, то капілярні кровотечі не спричиняють значної втрати крові, їх легко зупинити. Основним правилом надання першої медичної допомоги за таких кровотеч є знезараження рани (наприклад, йодною настоянкою) і накладання на неї марлевої пов'язки.

Венозні кровотечі (іл. 65 б) виникають за ушкодження вен. У венах кров тече швидше, тому такі кровотечі призводять до значних втрат крові. За венозної кровотечі кров витікає рівномірно і має темний колір. Для її зупинки необхідно накласти тугу пов'язку, а за ушкодження великих вен — джгут, розміщуючи його *нижче* від місця пошкодження.



Іл. 66. Зупинка артеріальної кровотечі: а — ушкодження променевої артерії; б — тимчасова зупинка кровотечі притисненням артерії; в — зупинка кровотечі за допомогою джгута; г — зупинка кровотечі за допомогою закрутки

Артеріальні кровотечі (іл. 65 в) є найнебезпечнішими, оскільки в артеріях кров тече під великим тиском та зі значною швидкістю.

Артеріальну кровотечу розпізнають за яскраво-червоним забарвленням крові, що виривається з рани фонтаном (іл. 65 в, 66 а). За артеріальної кровотечі необхідно швидко притиснути пальцем ушкоджену судину (*вище* від місця ушкодження) і накласти джгут (іл. 66 б, в). Щоб не ушкодити шкіру, його накладають поверх одягу або іншої м'якої тканини. Коли джгута немає,

можна скористатися ременем, краваткою, хусткою тощо. Для цього між тканиною і тілом вставляють міцну паличку й закручують тканину до зупинки кровотечі (іл. 66 г). Після цього потерпілого негайно доправляють до лікарні. Джгут чи закрутку не можна залишати більш як на 1,5 год, щоб не спричинити змертвіння тканин. До джгута чи закрутки прикріплюють записку про час їх накладання. Якщо є потреба залишити джгут на більш як 1,5 год, то пальцем притискають артерію вище від рани й послаблюють джгут на 5–10 хв.

Надзвичайно небезпечними є **внутрішні кровотечі** (у черевну порожнину, порожнину грудей, черепа). Виявити їх можна за зовнішнім виглядом людини. Вона блідне, виступає липкий холодний піт, дихання стає поверхневим, пульс частішає і слабне.

До прибуття швидкої медичної допомоги потерпілого кладуть і забезпечують цілковитий спокій. До ймовірного місця кровотечі прикладають холодний компрес.

Серцево-судинні хвороби та їх профілактика. В усіх країнах світу серцево-судинні хвороби посідають за кількістю причин смерті перше місце. В Україні кожний четвертий громадянин працездатного віку має серцево-судинне захворювання. За поширеністю в структурі серцево-судинних хвороб перше місце серед дорослих та підлітків посідає гіпертонічна хвороба — 44 %, потім — ішемічна хвороба серця — 34 % та судинно-мозкові хвороби (зокрема інсульти) — 14 %. За показниками смертності від цих захворювань Україна посідає в Європі ганебне перше місце.

Коротко схарактеризуємо серцево-судинні хвороби. ***Гіпертонічна хвороба*** — патологічний стан серцево-судинної системи, який характеризується артеріальною гіпертензією, змінами в серці, нирках, центральній нервовій системі. Суб'єктивними проявами хвороби є головний біль, запаморочення, біль у ділянці серця, зниження гостроти зору, напади задухи, набряки ніг тощо. ***Ішемічна хвороба серця*** — патологічний стан серця, що характеризується порушенням кровопостачання серцевого м'яза внаслідок враження його коронарних артерій. ***Стенокардія*** — хвороба, причиною якої є звуження коронарних судин, які живлять серце і постачають його киснем. Ознаки — біль, відчуття стиснення за грудиною або в ділянці серця. ***Гострий інфаркт міокарда*** характеризується омертвінням ділянки міокарда, що виник унаслідок недостатності кровопостачання в цій ділянці. Ознаки: стискуючий, пекучий біль, який наче сковує грудну клітку, «віддає» в різні частини тіла, поява задухи тощо.

До інших поширених хвороб серця належать ***аритмії*** (порушення ритму й провідності серця), ***міокардити*** (вірусні, інфекційні, паразитарні ураження міокарда) тощо. ***Інсульт*** — гостре порушення мозкового кровообігу, що призводить до ушкодження тканин мозку, сильного головного болю, непритомності, втрати мови, чутливості, може виникнути параліч. За нераціональ-

ного харчування, куріння та нервових напружень у стінках кровоносних судин відбуваються зміни. Переважно в місцях розгалужень артерій на стінках судин осідає органічна речовина — *холестерин*, у зв'язку з чим вони втрачають еластичність. На холестерин осідають солі Кальцію. Цей процес називають склерозуванням судин. Розвивається хвороба — ***атеросклероз***.

Поширеною серед хвороб судин є і ***дистонія*** — порушення тонусу судин, у результаті чого порушується кровообіг. З'являється головний біль, стомлюваність. Найчастіше причинами дистонії є неврози та низька фізична активність.

Варикозне розширення вен — хвороба, що проявляється нерівномірним розширенням вен. Сприяють виникненню цього захворювання вроджена слабкість венозних стінок і неповноцінність їхніх клапанів. Варикозне розширення вен часто призводить до *тромбофлебіту* — запалення стінки вени з утворенням тромбу.

Чинники, що призводять до серцево-судинних хвороб (іл. 67). *Високий артеріальний тиск* — основний чинник виникнення багатьох патологічних станів і хвороб серцево-судинної системи. Іншим чинником ризику розвитку серцево-судинних хвороб є *гіподинамія*, виникнення якої в сучасних умовах частішає, зокрема, у зв'язку з поліпшенням побутових умов, зростанням ролі сучасних засобів комунікації (мобільний зв'язок, телебачення, комп'ютерні мережі), пасивним проведенням дозвілля тощо.



Іл. 67. Чинники розвитку серцево-судинних хвороб

До чинників ризику розвитку серцево-судинних хвороб належить і *надлишкова маса тіла*. Визначальним у її виникненні, а також для розвитку артеріальної гіпертензії є *нераціональне харчування*. Простежена залежність між збільшенням маси тіла та підвищенням артеріального тиску, вмістом холестерину та глюкози в крові.

Ступінь ризику розвитку серцево-судинних хвороб збільшується через високий уміст жирів у їжі, через надмірне вживання калорійних страв, цукру та солі. Зниженню ризику сприяє достатнє вживання складних вуглеводів і харчової клітковини, вітамінів, мінералів.

До чинників ризику розвитку серцево-судинних хвороб належать *шкідливі звички* — куріння, уживання алкоголю та наркотичних речовин. Алкоголь отруює міокард, пошкоджуючи мембрани та інші структури клітин, змінює стінки кровоносних судин. Міокард, одержуючи недостатню кількість кисню й поживних речовин, поступово перероджується і замінюється спо-

лучною тканиною. Алкоголь підвищує згортання крові, що спричинює утворення тромбів.

У курців після кожної викуреної цигарки кровоносні судини звужуються приблизно на 30 хвилин. Тому в людей, які курять, судини майже завжди звужені й серцю доводиться з більшою силою проштовхувати кров до судин. Працюючи з великим напруженням, серце швидше зношується. Звуження судин — причина захворювання курців на «переміжну кульгавість», що супроводжується сильним болем під час ходіння. За статистикою, розвиток серцевих захворювань у курців в 2–6 разів більший, ніж у тих, хто не курить. Розлади серцево-судинної системи особливо швидко настають, якщо людина вживає наркотичні речовини.

Соціальне напруження (низький рівень соціальної захищеності, погане матеріальне забезпечення, важка фізична праця, сімейні конфлікти), стреси, депресивні стани також є важливими чинниками ризику розвитку серцево-судинних хвороб.

Профілактика серцево-судинних хвороб. Прогнози ВООЗ щодо динаміки зростання серцево-судинних хвороб є невтішними — вони залишаються головною причиною смертності та інвалідності людей. Ці прогнози й зумовлюють актуальність проблеми профілактики та лікування серцево-судинних хвороб. Тому на особистісному рівні, тобто на рівні кожної людини, профілактичними заходами серцево-судинних хвороб мають стати:

- рухливий спосіб життя (щоденні фізичні навантаження);
- раціональне харчування;
- уникнення шкідливих звичок;
- психоемоційне розвантаження та релаксація (сауна, масаж тощо);
- систематичне вимірювання та контроль артеріального тиску.

NB **Кровотечі (капілярні, венозні, артеріальні, внутрішні). Серцево-судинні хвороби. Чинники ризику розвитку серцево-судинних хвороб. Профілактика серцево-судинних хвороб**

ЕРУДИТ ONLINE

Для приготування страв найкраще використовувати оливкову олію (містить 57 % насичених жирних кислот, які є стійкими до високих температур). Смаження на соняшниковій олії спричиняє утворення шкідливих речовин. Вони підвищують ризик виникнення стенокардії, діабету тощо, тому краще не використовувати соняшникову олію для смаження, її корисно вживати із салатами.

НА ВІСТРІ НАУКИ



Французьким кардіохірургам та інженерам вдалося створити штучне серце, що б'ється, як живе. Воно регулює за допомогою електронних сенсорів серцевий ритм і потік крові. Серце виготовлене зі спеціальних матеріалів, що запобігають його відторгненню імунною системою та формуванню тромбів. *Висловте своє ставлення до розв'язання проблем лікування хвороб системи кровообігу за допомогою штучного серця.*

1. Які типи кровотеч вам відомі, як їх розрізнити? **2.** Поясніть послідовність дій надання першої допомоги під час кровотеч: а) капілярній; б) венозній; в) артеріальній; г) внутрішній. **3.** Назвіть причини виникнення серцево-судинних хвороб. **4.** Чому за порушення кровообігу виникають хвороби серцево-судинної системи? **5.** Які причини виникнення інфаркту міокарда? **6.** Які хвороби судин вам відомі? **7.** У чому полягає профілактика серцево-судинних хвороб?

8. Складіть освітню профілактичну програму для своїх однолітків з підвищеним артеріальним тиском, спрямовану на подолання ризику розвитку серцево-судинних хвороб. **9.** На ринку слабоалкогольних напоїв поширений молодіжний напій, який «рятує від фантазійно-емоційної недостатності». Для його просування створені рекламні ролики, які акцентують увагу на тому, що напій — не просто чергова так звана «слабоалкоголка» зі смаком апельсина чи кактуса, а ще й засіб для поліпшення настрою.

Висловте аргументоване ставлення до цієї реклами та інших рекламних проектів щодо слабоалкогольних чи безалкогольних «енергетичних» напоїв.

Узагальнення

Внутрішнє середовище організму утворюють кров, лімфа і тканинна рідина. Завдяки цим рідинам усі органи і системи організму пов’язані функціонально, оскільки вони забезпечують транспорт до клітин поживних речовин і видалення продуктів життєдіяльності. Кров, окрім транспортної функції, виконує ще й захисні функції. Більшу частину об’єму крові становить рідка плазма, решту — формені елементи.

Еритроцити переносять кисень і вуглекислий газ завдяки наявності в них білка гемоглобіну. Більшість лейкоцитів здатна до фагоцитозу, що є основою захисту організму від інфекцій. Тромбоцити захищають організм від крововтрат шляхом утворення тромбів у пошкоджених судинах. Наявність в еритроцитах і плазмі крові набору речовин білкової природи зумовлює в людини визначення чотирьох груп крові, нехтування якими може спричинити дуже сильні реакції під час переливання крові.

Будова серця людини, а також артерій, вен і капілярів зумовлена їх функціями. Найважливіша властивість серця — автоматія, яка забезпечує його ритмічну роботу. Циркуляція крові здійснюється двома колами кровообігу. Тривалість серцевого циклу залежить від частоти серцевого скорочення, на яку впливають різноманітні чинники, значна частина яких може бути причиною виникнення серцево-судинних хвороб. Для їх профілактики необхідно дбати про зменшення забруднення довкілля та усунення факторів ризику: високого артеріального тиску, гіподинамії, надлишкової маси тіла, соціального напруження, шкідливих звичок тощо.

Тема 5. ВИДІЛЕННЯ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

Шкіра — це орган, за станом якого можна визначити здоров'я і навіть життєву історію людини.

Моріц Вінтерніц, австрійський історик кін. XIX – поч. XX ст.

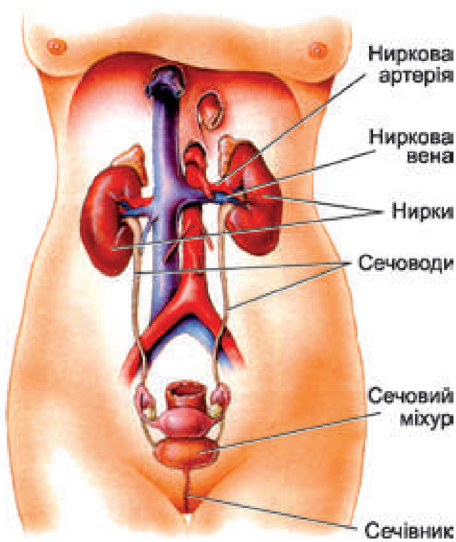
§ 24. Виділення — важливий етап обміну речовин. Будова та функції сечовидільної системи

Пригадайте, які органи здійснюють виділення у тварин. Що таке внутрішнє середовище організму?

Значення виділення у процесі обміну речовин. У процесі обміну речовин постійно утворюються кінцеві продукти окиснення жирів, білків і вуглеводів, які вже не потрібні та навіть шкідливі для організму, а тому повинні бути виведені з нього. Кінцевими продуктами розпаду вуглеводів та жирів є вода та вуглекислий газ. Під час розпаду білків, крім вуглекислого газу й води, утворюється сечовина, сечова кислота та інші сполуки.

Кінцеві продукти обміну речовин надходять у кров, а далі виводяться назовні через шкіру, органи дихальної, травної та сечовидільної систем. Певна кількість води та розчинених у ній сечовини та мінеральних солей виводяться через *потові залози*. Вуглекислий газ і водяна пара виділяються через *легені*. *Печінка* знешкоджує різні отруйні речовини, надлишки гормонів, продукти обміну гемоглобіну та білків. У складі жовчі вони надходять у *кишечник*, а з нього — з калом назовні. З калом також виводиться частина води.

ВИДІЛЕННЯ — це фізіологічний процес, що забезпечує звільнення організму від шкідливих і непотрібних продуктів обміну речовин.



Іл. 68. Сечовидільна система

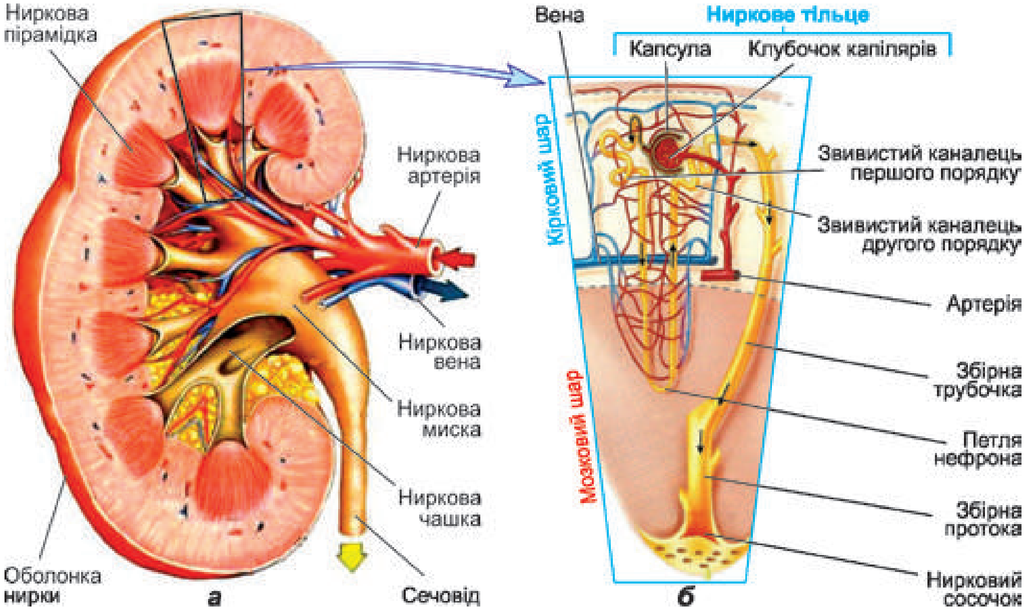
Близько 60 % маси кінцевих продуктів обміну речовин виділяється через *сечовидільну систему*. Із сечею, яка утворюється в нирках, виходить надлишок води, у якій розчинені кінцеві продукти розпаду, переважно білкового обміну (сечовина, креатинін); мінеральні солі (натрію хлорид, солі амонію) та шкідливі для організму речовини (сполуки важких металів, пестициди, синтетичні барвники). Із сечею виділяються також гормони, вітаміни тощо.

Будова та функції органів сечовиділення. Як вам уже відомо, органами сечовидільної системи є: *нирки*, *сечоводи*, *сечовий міхур* і *сечівник* (сечовипускальний канал) (іл. 68).

Нирка (іл. 68) — парний орган бобоподібної форми. Розташована в черевній порожнині по обидва боки хребта на рівні попереку. Маса однієї нирки дорослої людини в середньому становить 150 г.

Будова нирки зумовлена її основними функціями: *видільною* (виділення з організму кінцевих продуктів обміну) та *регуляторною* (регулює водно-сольовий баланс, артеріальний тиск, об'єм рідин внутрішнього середовища організму).

На увігнутому внутрішньому боці нирки є заглиблення — так звані ниркові ворота, через які проходить сечовід, ниркові артерії та вени, нерви, лімфатичні судини (іл. 68, 69 а). Зверху нирка вкрита щільною сполучнотканинною оболонкою.



Іл. 69. Будова нирки: а — у поздовжньому розрізі; б — нефрон

Нирка утворена двома шарами: зовнішнім — *кірковим* і внутрішнім — *мозковим*. У кірковому шарі містяться *нефрони* — структурно-функціональні одиниці нирки (іл. 69 б), а в мозковому шарі — *збірні трубочки*. Вони, зливаючись, утворюють *збірні протоки*, які формують *ниркові пірамідки*. Ниркові пірамідки відкриваються на вершинах отворами (нирковими сосочками) в *ниркові чашки*, що об'єднуються в *ниркову миску*, від якої відходить сечовід.

Сечовід (іл. 68, 69 а) — це парний орган у вигляді циліндричної трубки (діаметр 4–9 мм, завдовжки 30–35 см). Він з'єднує нирку із **сечовим міхуром** — непарним порожнистим органом, який лежить у передній частині порожнини малого тазу та вміщує до 500 мл сечі. *М'язова оболонка* його стінки утворена непосмугованими м'язами, розміщеними у три шари. Їх скорочення

спричиняє випорожнення сечового міхура. Вихід із сечового міхура оточений круговими м'язами, які утворюють сфінктер, що забезпечує періодичне сечовипускання. **Сечівник** з'єднує сечовий міхур із зовнішнім середовищем.

Нефрон (іл. 69 б) — найважливіша складова нирки, утворений *нирковим тільцем* і *системою звивистих канальців*. До складу ниркового тільця входить чашоподібна капсула, між стінками якої утворюється щілина — порожнина капсули. У капсулі міститься *клубочок капілярів*. Капсула розташована в кірковому шарі, від неї відходить *звивистий каналець першого порядку*, який іде до мозкового шару і, вигинаючись, утворює петлю. Петля повертається в кірковий шар і там утворює *звивистий каналець другого порядку*, який впадає у збірну трубочку. Стінки всіх структур нефрона утворені одношаровим епітелієм.

Виділення. Органи сечовидільної системи: нирки, сечоводи, сечовий міхур, сечівник. Нефрон

Органи виділення тісно пов'язані з іншими органами, які виконують видільну функцію: якщо будь-який з них вийде з ладу, інші беруть на себе його функції. Якщо погано працюють нирки, їм допоможуть потові залози, які починають виводити більше речовин, що мали б виводити нирки: сечовину, сечову кислоту тощо. Якщо печінка втрачає здатність забирати з крові жовчні пігменти (фарбувальні речовини, що входять до складу жовчі), нирки намагаються вивести якомога більше їх із сечею.

1. Що таке виділення? **2.** Поясніть біологічне значення виділення з організму продуктів обміну речовин. **3.** Які органи утворюють сечовидільну систему? **4.** Які речовини видаляються із сечею? **5.** Які функції виконують органи сечовидільної системи? **6.** Схарактеризуйте будову та функції нирок. **7.** Яку будову має нефрон? **8.** Яке значення для роботи нирок має їх багате кровопостачання?

9. У чому полягає взаємозв'язок між будовою та функціями нирки? **10.** Доведіть, що нефрон є елементарною структурною та функціональною одиницею нирки. **11.** Маса нирок становить близько 0,5 % маси тіла людини. Але на функціонування нирок витрачається близько 10 % енергії, яка продукується в організмі. Прокоментуйте наведену інформацію.

§ 25. Роль нирок у здійсненні водно-сольового обміну. Захворювання нирок та їх профілактика

Чому нирку можна назвати біологічним фільтром?

Значення нирок для здійснення водно-сольового обміну. Нирки, крім виділення кінцевих продуктів обміну речовин, беруть участь у здійсненні водно-сольового обміну.

Вода та мінеральні солі відіграють важливу роль у процесі обміну речовин у клітині. *Водно-сольовий обмін* — сукупність процесів надходження води та солей в організм, їх усмоктування, розподіл у внутрішньому середовищі й виділення з організму. *Пригадайте функціональне значення для організму води та мінеральних солей.*

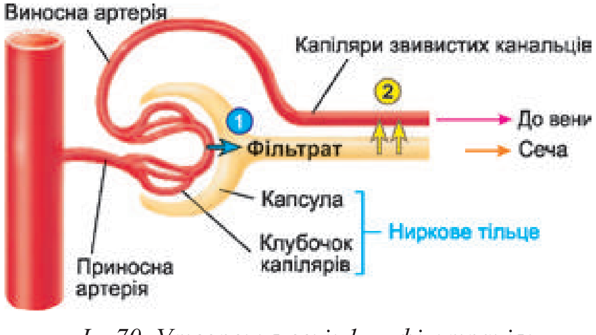
Значна кількість води виводиться з організму із сечею (1,1÷1,6 л), калом (близько 0,3 л), потом (близько 0,6 л), з видихуваним повітрям (близько 0,4 л). Ці втрати компенсуються щоденним надходженням в організм 2,5–3 л води. Однак ця кількість може різко змінюватися залежно від виконуваної роботи й температури зовнішнього середовища. Наприклад, улітку в зв'язку з підвищеним потовиділенням кількість води, що надходить в організм, має бути більшою, ніж узимку, коли виділення поту зменшується. Припинення надходження води в організм упродовж кількох діб спричиняє важкі порушення і може призвести до смерті.

Концентрація мінеральних солей (сполук Натрію, Калію, Кальцію, Магнію тощо) у рідинах внутрішнього середовища організмів впливає на ступінь концентрації сечі, яку виділяють нирки. Якщо концентрація солей у крові підвищується, то зменшується виділення із сечею води. У результаті утворюється більш концентрована сеча. За надлишку води в організмі із сечею виводиться значна її кількість.

Для того щоб зрозуміти роль нирок у здійсненні водно-сольового обміну, необхідно з'ясувати механізм утворення сечі.

Утворення сечі. У нирках кров очищується від непотрібних речовин і перетворюється на *сечу*. Постачання кров'ю нирок відрізняється від постачання інших органів тим, що в нирках кров проходить через дві, розташовані одна за одною, сітки капілярів: клубочка капілярів ниркового тільця та капілярів, що обплітають звивисті канальці нефрону (іл. 69 б). Саме тому в нирках кров швидко віддає речовини, які безперервно надходять у неї з клітин і підлягають виведенню з організму із сечею.

Утворення сечі починається в капсулах кіркового шару нирок. Коли кров проходить через капіляри клубочків, то з її плазми фільтруються вода й розчинені в ній речовини (крім високомолекулярних сполук і клітин крові) (іл. 70).



Іл. 70. Утворення сечі: 1 — фільтрація; 2 — реабсорбція

Фільтрація здійснюється тому, що артерія, яка приносить кров до клубочка, ширша від артерії, яка виносить кров з нього. У клубочку виникає високий тиск — близько 60–70 мм рт. ст., що удвічі або й більше перевищує тиск крові в інших капілярах.

Відфільтровану з крові рідину називають *первинною сечею*. За добу в організмі може утворюватися близько 150–180 л первинної сечі. Концентрація розчинених речовин у первинній сечі майже така ж, як у

плазмі крові. У ній, крім кінцевих продуктів обміну, містяться амінокислоти, глюкоза, йони неорганічних речовин та інші необхідні організму сполуки.

У первинній сечі, на відміну від плазми крові, немає білків, оскільки вони не фільтруються (див. *табл. 5*). Отже, первинна сеча є *фільтратом плазми крові.*

З капсули первинна сеча потрапляє у звивистий каналець першого порядку, потім — у звивистий каналець другого порядку. Канальці густо обплетені сіткою капілярів, тому саме в цій частині нефрону відбувається **реабсорбція** — усмоктування в кров більшої частини води, глюкози, амінокислот, вітамінів, йонів неорганічних речовин.

Таблиця 5

Склад плазми крові, первинної та вторинної сечі (у масових %)

Речовини	Плазма	Первинна сеча	Вторинна сеча
Вода	90,0–91,0	99,0	96,0
Білки	7,0–8,0	—	—
Глюкоза	0,12	0,10	—
Йони Натрію (Na^+)	0,30	0,30	0,40
Йони Калію (K^+)	0,02	0,02	0,15
Йони Хлору (Cl^-)	0,40	0,40	0,70
Сечовина	0,03	0,03	2,00
Сечова кислота	0,004	0,004	0,05

Рідину, що потрапила до збірної трубочки, називають вторинною сечею. Вона містить сечовину, сечову кислоту, солі амонію, сульфати тощо. За добу в організмі може утворитися близько 1,5 л вторинної сечі. Якщо нирки функціонують нормально, то у вторинній сечі відсутні білок і глюкоза. З канальців вторинна сеча збирається в ниркову миску, а потім по сечоводах надходить у сечовий міхур. Коли міхур наповнюється сечею до певної межі, відбувається її вивільнення через сечівник.

Регуляція сечовиділення. На сечоутворення та сечовиділення впливає кількість випитої рідини, вміст у їжі кухонної солі, температура навколишнього середовища тощо. Залежно від концентрації мінеральних солей у крові змінюється концентрація сечі, яка утворюється в нирках. Внаслідок цього змінюється величина осмотичного тиску крові, а отже, і кількість виділеної сечі. Зменшує виділення води із сечею особливий гормон гіпофіза, який підсилює реабсорбцію води у звивистих канальцях.

Сечовиділення регулює і нервова система. Зокрема, спинний мозок реагує на подразнення сечового міхура. Сечовипускання в людини здійснюється довільно.

Порушення роботи нирок та їх профілактика. Вам відомо, що для діагностики будь-яких захворювань у медичних закладах зазвичай призначають *аналіз сечі*. Результати цього аналізу дають уявлення про роботу нирок, процеси обміну речовин та функціонування організму загалом.

Порушення процесів фільтрації в нирках неминуче призводить до отруєння організму тими речовинами, які в нормі виводяться із сечею. Накопичення отруйних речовин у крові спричиняє важкий стан, інколи смерть. Втрата функцій звивистих канальців супроводжується припиненням утворення вторинної сечі. І, як наслідок, втрачається значна кількість води, глюкози та інших потрібних організму сполук.

Чинником, що сприяє порушенню роботи органів сечовидільної системи, є *переохолодження організму*. Це зумовлено зазвичай невідповідністю одягу до погоди, прагнення людини «*модно вдягатись*» — носити в холодну пору року легке взуття, короткі кофти та куртки, які оголюють талію і поперек.

Важливим чинником, від якого залежить функціонування сечовидільної системи, є *харчування*. Шкідливо харчуватися напівфабрикатами й фастфудом, оскільки такі страви готуються з додаванням великої кількості солі. Через сіль затримується вода в організмі, що призводить до утворення набряків.

Чинником ризику розвитку хвороб органів виділення є *шкідливі звички*. Уживання алкоголю та куріння супроводжується постійною інтоксикацією нирок, що призводить до зниження їх функції, порушення процесу утворення сечі та виведення з організму продуктів обміну речовин. Алкогольні напої, у тому числі слабоалкогольні, уражають клітини епітелію нирок, у результаті чого зростає ризик ускладнення різноманітних захворювань.

До найпоширеніших захворювань органів виділення належать запалення різних частин нирки — *нефрити*. Запалення ниркових мисок (***пієлонефрит***) та запалення клубочків нефронів (***гломерулонефрит***) супроводжуються гострим болем у попереку, підвищенням температури, набряками, зменшенням сечовипускання. ***Цистит*** — запалення слизової оболонки сечового міхура, ознакою якого є часте болюче сечовиділення. Вони спричиняються мікроорганізмами, які потрапляють до них через кров від інших внутрішніх органів або через сечівник.

Сечокам'яна хвороба — захворювання, пов'язане з порушенням обміну речовин, у результаті якого в нирках або сечовивідних шляхах утворюються камінці.

З метою профілактики захворювань органів сечовидільної системи доцільно кожному:

- дотримувати правил особистої гігієни;
- уникати переохолоджень, вчасно лікувати хворі зуби, ангіни;
- споживати солодку та солону їжу в помірній кількості;

- споживати свіжі фрукти й овочі, сухофрукти (курага, родзинки);
- уживати більше морської риби та менше м’яса;
- регулярно спорожнювати сечовий міхур та кишечник;
- вести активний спосіб життя.

Людям із захворюваннями сечовидільної системи доцільно вживати такі природні сечогінні засоби, як кавун, відвар кореня петрушки, шипшини, чай із хвоща польового тощо. Усі лікарські засоби потрібно використовувати лише за призначенням лікаря.

Утворення сечі. Захворювання органів сечовидільної системи: нефрити, цистит, сечокам’яна хвороба. Профілактика захворювань органів сечовидільної системи

Людям, у яких порушена функція нирок, за потреби проводять процедуру очищення крові за допомогою апарата «штучна нирка». Цю процедуру називають гемодіаліз. Для лікування хворих з важкими хронічними захворюваннями нирок, а також людей, які з тих чи інших причин втратили нирки, застосовують пересадку здорових донорських нирок. Жити людина може і з однією ниркою.

1. Яка роль нирок у здійсненні водно-сольового обміну? **2.** Що таке первинна сеча і як вона утворюється? **3.** Що таке вторинна сеча і який її склад? **4.** Чим відрізняються за складом первинна і вторинна сеча? Для аналізу використайте дані, наведені в *таблиці 5*. **5.** Які чинники впливають на функцію нирок? **6.** Назвіть хвороби органів сечовидільної системи. Як знизити ризик захворювання на них? **7.** Яке значення для діагностики захворювань має аналіз сечі? Чому? **8.** У чому полягає профілактика захворювань органів сечовидільної системи?

9. Поясніть, чому за порушення функціонування нирок відбувається самоотруєння організму. **10.** У сечі виявлено глюкозу. Про що це свідчить? **11.** У сечі виявлено білок. Який процес утворення сечі порушений? **12.** Чому нирку можна назвати складним біологічним фільтром? **13.** Чому влітку, коли дуже спекотно, поту виділяється більше, ніж сечі, а взимку — навпаки? **14.** Чому пацієнтам із серцево-судинними захворюваннями лікарі призначають сечогінні засоби?

§ 26. Значення та будова шкіри. Захворювання шкіри та їх профілактика

Пригадайте різноманітність покривів тварин та їх значення. Яку будову має епітеліальна тканина? Яке значення сполучної тканини?

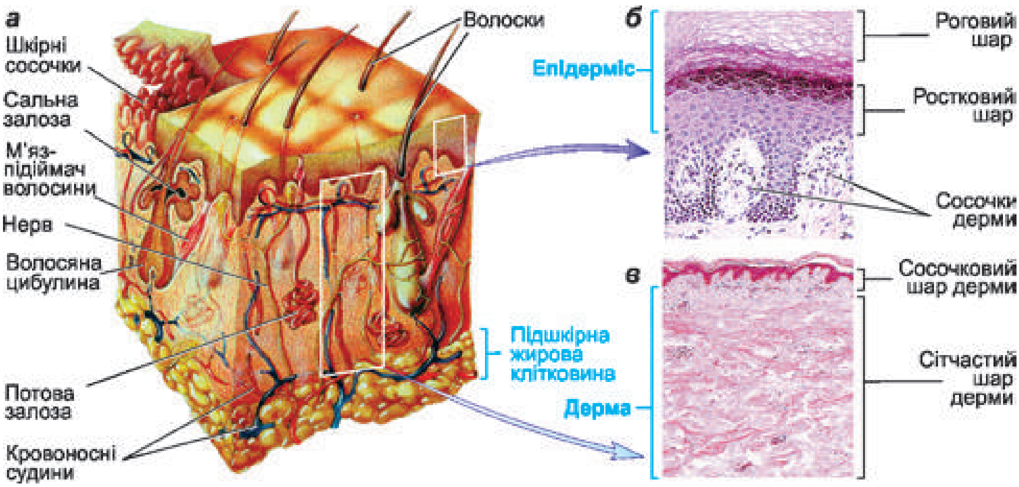
Значення шкіри. Тіло людини вкрите шкірою, яка має велику площу стикання з навколишнім середовищем — 1,6–2,0 м^2. Маса шкіри дорослої людини — 2–3 кг.

Шкіра — це зовнішній покрив тіла, який є своєрідним бар’єром між зовнішнім середовищем і організмом людини. Значення шкіри зумовлене важливими функціями, які вона виконує. Шкіра надійно захищає внутрішні органи від механічних, фізичних та хімічних впливів, перешкоджає втраті води організмом, проникненню в нього шкідливих мікроорганізмів, ультрафіолетових

променів, сприяє адаптації організму до умов навколишнього середовища. У цьому полягає *захисна функція* шкіри.

Разом з потом і шкірним жиром з організму людини через шкіру виводиться частина продуктів обміну речовин — вода, солі сечової кислоти, сечовина (*видільна функція*). Шкіра, завдяки наявності щільної сітки кровоносних капілярів, потових залоз, виконує ще й *терморегуляційну функцію*, урівноважуючи процеси утворення тепла та його віддачі. Завдяки чутливим нервовим закінченням, розташованим у шкірі, людина відчуває дотик, тепло, холод, біль (*чутлива функція*). *Секреторна функція* шкіри полягає в тому, що під впливом ультрафіолетових променів у ній синтезується вітамін D. У шкірі відкладаються запаси жирів, які є резервними поживними речовинами й теплоізоляційним матеріалом. Отже, шкіра виконує *запасальну функцію. Депонуюча функція* полягає в тому, що за розширення судин шкіри вони можуть утримувати близько 1 л крові.

Будова шкіри зумовлена її функціями. Шкіра складається з трьох шарів — епідермісу, дерми, або власне шкіри, та підшкірної жирової клітковини (іл. 71).

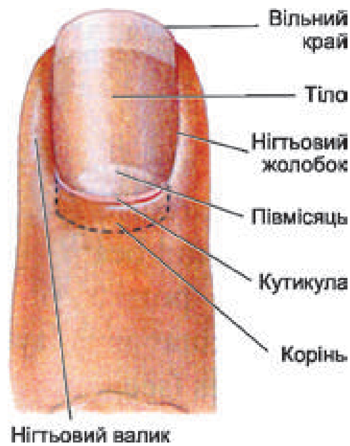


Іл. 71. Будова шкіри: а — у розрізі; б — епідерміс; в — дерма

Епідерміс (іл. 71 б) утворений багатошаровим плоским епітелієм. Товщина епідермісу на різних ділянках тіла відрізняється. Товстий епідерміс укриває долоні й підошви. Найтонший епідерміс — на повіках. Епідерміс складається з п’яти шарів. *Нижній ростковий шар* складається з клітин, які активно діляться, і клітин, які містять пігмент меланін (за рахунок цього пігменту під впливом сонячного випромінювання з’являється засмага). *Верхній роговий шар* складається з відмерлих клітин, які мають здатність злущуватися. У клітинах рогового шару нагромаджується *кератин* — білок, який робить їх водонепроникними.

Похідними епідермісу є нігті (іл. 72), які вкривають поверхню кінцевих фаланг пальців. Це чотирикутні, щільні, опуклі з одного боку рогові пластинки. У нігтях немає нервів, але вони чутливі через те, що прилягають до нервових закінчень шкіри.

Дерма, або **власне шкіра** (іл. 71 в), розташовується під епідермісом й утворюється сполучною тканиною зі значною кількістю *колагенових* та *еластичних волокон*, які забезпечують пружність шкіри. Дерма складається з двох шарів: сосочкового й сітчастого. *Сосочковий шар* утворює випинання (сосочки) у бік епідермісу. Найбільшу висоту сосочки мають у ділянках шкіри з підвищеною чутливістю — на долонях, підошвах, пальцях рук. Їх розташування створює індивідуальний для кожної людини малюнок шкіри. Цей факт використовують криміналісти, шукаючи людину за відбитками пальців (*дактилоскопія*).



Іл. 72. Будова нігтя

Також індивідуальні відбитки пальців є одним з видів біометричних даних людини, які записуються на електронний носій і є невід'ємною частиною біометричного паспорта.

Сосочковий шар має густу капілярну сітку, за рахунок якої живиться епідерміс, лімфатичні капіляри, а також нервові закінчення.

Сітчастий шар складається зі щільної сполучної тканини, яка забезпечує міцність шкіри. У ньому розташовані *рецептори*, завдяки яким людина відчуває тепло, холод, біль, дотик. Тут беруть початок *сальні* й *потові залози*, містяться корені волосся, кровоносні та лімфатичні судини.

Сальні залози (іл. 71 а, 73) починаються на межі сосочкового й сітчастого шарів дерми. Їхні протоки відкриваються у волосяні сумки. На кожному квадратному сантиметрі поверхні тіла (крім долонь і підошов) поміщається 15 сальних залоз. Шкірний жир, який виділяють сальні залози, змащує волосся й утворює на поверхні шкіри тонкий водонепроникний шар. Цей шар також захищає волосяні сумки від пилу та мікроорганізмів.

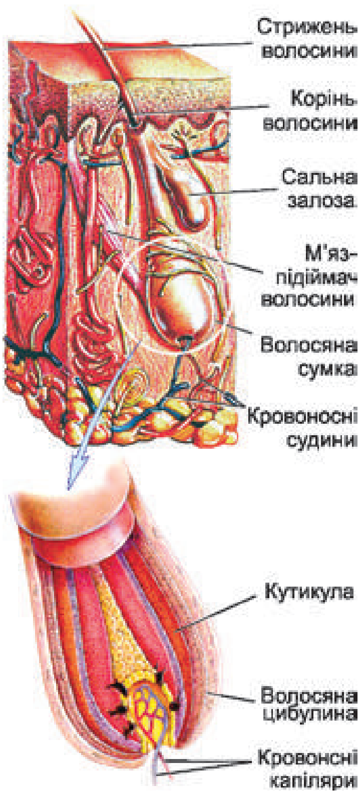
Потові залози (іл. 71 а, 73) розміщені на межі сітчастого шару й підшкірної жирової клітковини. У людини їх понад 2 мільйони. Це довгі, нерозгалужені, закручені клубочком залози, які відкриваються порами на поверхні шкіри. Найбільше потових залоз на долонях, у пахвових і пахових складках.

Піт — це рідина, яка на 98 % складається з води й на 2 % — з органічних і мінеральних речовин. За складом піт нагадує розведену водою сечу. Його інтенсивність залежить від віку людини, статі, погоди, одягу тощо.

За добу в дорослої людини виділяється близько 700 мл поту (у мешканців тропічних країн — близько 4 л). Посилюється потовиділення під час фізичної роботи. Маленькі діти пітніють мало. Піт зволожує шкіру, з ним виділяються

непотрібні організму продукти обміну. Завдяки потовиділенню шкірі належить важлива роль у виведенні з організму продуктів життєдіяльності.

ПОТОВИДІЛЕННЯ — фізіологічний процес виділення поту потовими залозами людини.



Іл. 73. Будова волосини

Волосся є *роговою похідною дерми*. Воно на 90 % вкриває тіло людини. Немає його лише на долонях і підошвах. Кожна волосина складається зі *стрижня* й *кореня* (іл. 73). Корінь має потовщення — *волосяну сумку*. Сюди відкривається протока *сальної залози*.

До волосяної сумки кріпиться *м'яз-підіймач волосини*, утворений непосмугованою м'язовою тканиною. Знизу корінь розширюється й утворює *волосяну цибулину*. Завдяки поділу її клітин відбувається ріст волосини. Нервові волокна, кровоносні судини, завдяки яким відбувається живлення волосини, входять у волосяну цибулину знизу. *Стрижень*, або *власне волосина*, виступає над шкірою. Зовні він укритий *кутикулою* — шаром зроговілих лусочок, які черепицеподібно прилягають одна до одної. Усередині стрижня містяться клітини з пігментом *меланіном*, який надає волосині певного кольору, і повітряні міхурці.

Найглибшим шаром шкіри є **підшкірна жирова клітковина** (іл. 71). Вона з'єднує власне шкіру з тканинами, які розташовані нижче. Утворена пухкою сполучною тканиною, у якій є *колагенові волокна* й *жирові клітини*. За рахунок цього підшкірна жирова клітковина пом'якшує удари та інші механічні впливи на шкіру, захищає організм від переохолодження, є запасним резервом поживних речовин.

Захворювання шкіри та їх профілактика. Хвороби шкіри можуть виникати через недотримання гігієнічних правил догляду за шкірою як результат потрапляння в шкіру хвороботворних чинників. ***Дермати́т*** — гостре запалення шкіри, яке виникає під впливом різних зовнішніх чинників (хімічних, фізичних, термічних, медикаментозних тощо). Процес супроводжується почервонінням, набряклістю, свербінням, печією, іноді болем і появою пухирів. До найпоширеніших захворювань шкіри, що особливо часто трапляються в підлітків, належать ***вугрі***. Вони виникають через закупорювання сальних залоз і волосяних цибулин. ***Себоре́я*** — хворобливий стан шкіри, причиною якого є порушення регуляції діяльності сальних залоз шкіри. Себорея може

розвиватись у будь-якому віці, однак найчастіше виникає в період статевого дозрівання. ***Педикульоз*** спричиняє головна воша. *Пригадайте, до якої групи паразитичних тварин належить головна воша та яких збудників хвороб, смертельно небезпечних для людини, вона переносить.* Захворювання швидко поширюється і супроводжується свербінням голови, виникненням гноячкових захворювань шкіри. Шкіру, а також її похідні — волосся й нігті — можуть уражати патогенні грибки, спричиняючи ***грибкові захворювання***. Зараження може відбуватися за безпосереднього контакту з хворою людиною, а також через предмети особистого користування і потребує спеціального лікування. До групи ризику потрапляють відвідувачі басейнів, лазень, перукарень тощо.

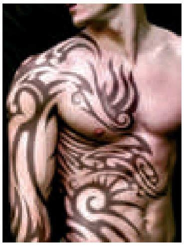
Профілактика захворювань шкіри. З курсу «Основи здоров'я» ви пам'ятаєте, що чимало захворювань спричиняються недоглядом за шкірою та волоссям. Отож гасло «Чистота — запорука здоров'я!» — завжди актуальне.

Стан шкіри залежить від стану організму загалом. Тому з метою профілактики захворювань шкіри кожному необхідно:

- дотримувати правил особистої гігієни та правильного режиму дня; санітарно-гігієнічних правил поведінки в басейнах, лазнях, душових, перукарнях (перед і після перебування в басейні чи лазні приймати душ, користуватись гумовими тапочками, індивідуальними простирадлами та рушниками, звертати увагу на стерилізацію перукарських інструментів);
- у харчуванні віддавати перевагу рослинній їжі, вилучати з раціону шоколад, олію, жирну та гостру їжу, алкоголь;
- своєчасно обробляти рани, щоб запобігти ураженню грибковими захворюваннями;
- дозовано засмагати, використовуючи захисні засоби (креми, парасольки, тенти), уникати перебування на сонці з полудня до четвертої години дня;
- вести рухливий спосіб життя, більше часу перебувати на свіжому повітрі.

NB **Шкіра. Будова шкіри: епідерміс, дерма, підшкірна жирова клітковина. Шкірні залози: потові, сальні. Похідні шкіри: волосся, нігті. Захворювання шкіри. Профілактика захворювань шкіри**

ЕРУДИТ ONLINE



Щоб вирізнятись, багато молодих людей роблять татуювання. Це болюча процедура. Для нанесення малюнка багаторазово проколюють шкіру голкою. Кожний укол — це не лише краплинка фарби, яка надовго залишається в шкірі, а й великий ризик інфікування. *Висловте своє ставлення до моди на татуювання. Чи допомагає воно самостверджуватися?*

Значення шкіри ілюструє випадок, який трапився за часів Відродження в Міланському герцогстві. Під час свята можновладці вирішили насолодитися вишуканим видовищем — живою статуєю золотого хлопчика. Усю поверхню тіла юнака вкрили золотою фарбою. Люди раділи з такої краси, але свято завершилося трагедією. «Золотому хлопчикові» стало погано. Люди отямилися й почали змивати фарбу, але даремно — невдовзі хлопчик помер. *Що стало причиною трагедії?*

Українські медики винайшли досконалий матеріал для трансплантації шкіри на уражені частини тіла — пересадка шкіри свині. У зволоженому стані така шкіра відновлює свої властивості. В Україні створені банки ксенотрансплантантів (від гр. ξένος [ксено] — чужий і трансплантація — від лат. transplantation [трансплантатіон] — перенесення). *Висловте своє ставлення щодо такого методу медичної допомоги потерпілим.*

1. Що таке шкіра та яке її значення? **2.** Яку роль відіграє шкіра у виділенні продуктів життєдіяльності? **3.** Яке значення має шкіра у пристосуванні організму до умов навколишнього середовища? **4.** Схарактеризуйте будову шкіри. **5.** Назвіть функції шкіри. З якими структурними елементами шкіри вони пов'язані? **6.** Який шар шкіри забезпечує індивідуальний для кожної людини малюнок? **7.** За іл. 72 опишіть будову нігтя. Похідним якої структури шкіри є нігті? Яке їх значення для організму? **8.** За іл. 73 опишіть будову волосини. Похідною якої структури шкіри є волосся? Яку функцію воно виконує? **9.** Назвіть найпоширеніші захворювання шкіри. **10.** Які особливості профілактики захворювань шкіри?

11. У чому полягає взаємозв'язок між будовою та функціями шкіри? **12.** Обґрунтуйте, з якими структурними елементами шкіри пов'язане виконання її функцій. **13.** На прикладі шкіри доведіть взаємозв'язок різних систем органів у забезпеченні її функцій. **14.** Як ви розумієте твердження: «Візерунки на пальцях — це ідентифікаційний код кожної людини»?

15. Виконайте проект на тему **Визначення типу шкіри на різних ділянках обличчя та складання правил догляду за власною шкірою.**

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», які існують типи шкіри. Як у домашніх умовах можна визначити тип шкіри на обличчі?

1. Визначте тип шкіри на різних ділянках власного обличчя.

2. Користуючись додатковими джерелами інформації, ознайомтеся з особливостями догляду за шкірою обличчя різних типів (нормальна, суха, жирна, комбінована).

3. Складіть правила догляду за власною шкірою обличчя.

§ 27. Терморегуляція

Пригадайте, що таке температура тіла. Наведіть приклади тварин, які мають сталу температуру тіла, і тварин, у яких вона залежить від температури навколишнього середовища.

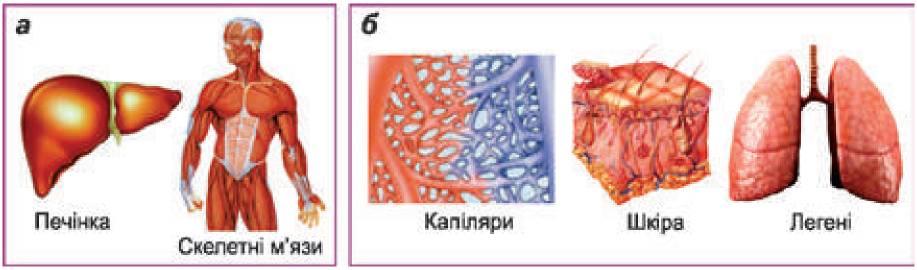
Роль шкіри в регуляції температури тіла. В організмі людини в результаті розщеплення органічних речовин виділяється тепло, яке необхідне для забезпечення функціонування усіх систем організму. Проте тіло людини за звичайних умов не перегрівається. Його температура відносно стала (+36,6…+36,9 °С).

У чому ж полягає механізм підтримання сталої температури тіла організму людини? Щоб відповісти на це запитання, потрібно розглянути два взаємопов'язані процеси: теплоутворення і тепловіддачу.

Теплоутворення відбувається здебільшого завдяки процесам травлення, дихання, роботи м'язів.

Значна кількість тепла утворюється в органах черевної порожнини, зокрема в печінці, скелетних м'язах (іл. 74 а). Кількість тепла, що утворюється в організмі, може змінюватись залежно від різних чинників. Так, під час інтенсивної фізичної роботи теплоутворення збільшується до 10 разів порівняно зі станом спокою. Збільшується теплоутворення і під час зниження температури довкілля.

Тепловіддача. Надлишок тепла, яке утворюється в організмі людини, виділяється в зовнішнє середовище разом з видихуваним повітрям і через шкіру (іл. 74 б). Втратам тепла перешкоджає підшкірна жирова клітковина.



Іл. 74. Органи, що забезпечують процеси: а — теплоутворення; б — тепловіддачі

Тепловіддача відбувається шляхом перенесення тепла від організму в навколишнє середовище через повітря, яке оточує шкіру, та випаровування поту. Ці процеси залежать від швидкості повітряних потоків, що обдувають поверхню тіла людини (наприклад, у спекотну погоду для охолодження людина використовує кімнатні вентилятори). Інтенсивність процесу тепловіддачі від організму до навколишнього середовища залежить також від різниці їхніх температур.

Урівноваження процесів теплоутворення й тепловіддачі забезпечує **терморегуляція**. За підвищення температури навколишнього середовища дрібні кровоносні судини, яких у шкірі є багато, розширюються. До шкіри надходить більше крові, у результаті чого назовні виділяється більше тепла. За зниження зовнішньої температури кровоносні судини звужуються, до шкіри надходить крові менше й віддача тепла зменшується. Звуження й розширення кровоносних судин шкіри можна легко спостерігати: за високої температури повітря шкіра червоніє, а на холоді — блідне.

ТЕПЛОУТВОРЕННЯ В ОРГАНІЗМІ — утворення тепла в результаті окиснення білків, жирів та вуглеводів.

ТЕПЛОВІДДАЧА ОРГАНІЗМУ — перехід тепла, яке утворилося в результаті окиснення органічних речовин, до навколишнього середовища.

ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ ОРГАНІЗМУ — фізіологічна функція, яка забезпечує підтримання оптимальної для людини температури тіла в умовах зміни температури навколишнього середовища.

Під час інтенсивної фізичної роботи організм людини звільняються від надлишку тепла не тільки завдяки розширенню судин шкіри, а й унаслідок випаровування поту. Інтенсивність потовиділення збільшується у спекотну суху погоду.

Зі зниженням температури навколишнього середовища збільшується утворення тепла в організмі. Воно забезпечується *тремтінням* — мимовільним ритмічним скороченням м’язів з великою частотою. Збільшення теплоут-



ворення людина може досягти довільними рухами (біг, ходьба, розмахування руками тощо), зупинивши таким чином тремтіння.

Тепловий і сонячний удари: причини, надання першої допомоги, запобігання. *Причинами перегрівання організму* є порушення тепловіддачі в регіонах з жарким кліматом, на виробництвах з високою температурою, у непровітрюваних приміщеннях тощо. Перегріванню сприяє також утворення тепла в процесі виконання фізичної роботи, особливо в одязі із синтетичних матеріалів, які перешкоджають випаровуванню поту. Такі умови викликають у людини *тепловий удар* або, якщо людина перебуває на сонці, — *сонячний удар*.

Тепловий і сонячний удари — це патологічні стани, що супроводжуються сильним головним болем, головокружінням, загальною слабкістю, зблідненням, сповільненням рухів. Можливі нудота, блювання, короткочасна втрата свідомості, підвищення температури тіла до +40…+41 °С. За подальшого впливу високої температури шкіра обличчя й губ синіє, посилюється задишка. Пульс стає слабким і може взагалі зникнути. З'являються тривога, марення, галюцинації та судоми.

Надання першої допомоги в разі теплового чи сонячного удару. Якщо в людини з'явились ознаки перегрівання, необхідно відразу ж викликати лікаря. Людину, що отримала тепловий чи сонячний удар, потрібно перемістити у прохолодне місце, піднести її голову, розстебнути одяг. Для збільшення тепловіддачі на лоб слід покласти холодний компрес та одяг змочити водою. Якщо людина знепритомніла, потрібно дати їй понюхати нашатирний спирт. У випадку зупинки дихання і серцевої діяльності необхідно до прибуття лікаря почати зовнішній масаж серця і штучну вентиляцію легень.

Щоб запобігти виникненню теплового і сонячного ударів, слід:

- намагатися перебувати в затінку, уникати прямих сонячних променів;
- пити багато рідини (вода, натуральні соки); їсти більше соковитих фруктів та овочів;
- зменшувати споживання жирної та висококалорійної їжі, знижувати фізичні навантаження;
- носити одяг з легких, натуральних тканин, використовувати головні убори та парасольки світлих відтінків;
- у приміщеннях встановлювати вентилятори, кондиціонери.

Теплоутворення в організмі. Тепловіддача організму. Терморегуляція організму. Тепловий і сонячний удари: причини, надання першої допомоги, запобігання

1. Що називають: а) теплоутворенням в організмі; б) тепловіддачею організму; в) терморегуляцією організму? **2.** Схарактеризуйте роль шкіри в регуляції температури тіла. **3.** Що є причиною виникнення теплового та сонячного ударів? **4.** У чому полягає перша допомога при тепловому та сонячному ударах? **5.** Як запобігти виникненню теплового й сонячного ударів?

6. Чому одна людина, пройшовши босоніж по підлозі, може застудитися і захворіти, а інша купатиметься взимку в льодяній воді й чудово почуватиметься? **7.** Чому відразу після вживання льодяної води температура шкіри підвищується? **8.** Розвиток гарячкового стану часто супроводжується тремтінням і відчуттям холоду. Поясніть ці симптоми на основі уявлень про механізми терморегуляції. **9.** ***Розв'яжіть задачу.*** Енергія, яка витрачається на випаровування 1 мл поту, становить 2,3 кДж. Розрахуйте, яка частка енергії (у %) витрачається на потовиділення в шахтаря, який за 6 годин роботи втрачає 2 л поту. Енергетичні потреби шахтаря, маса якого становить 70 кг, визначте, користуючись таблицею *додатка 2.*

Узагальнення

Виділення — це фізіологічний процес звільнення організму від шкідливих і непотрібних продуктів обміну речовин. Основна частина кінцевих продуктів обміну речовин виділяється через сечовидільну систему, до якої належать нирки, сечоводи, сечовий міхур і сечівник. У нефронах, структурно-функціональних одиницях нирки, відбувається фільтрація крові з утворенням сечі.

Із сечею виводиться з організму надлишок води, сечова кислота, сечовина, креатинін, мінеральні солі (натрію хлорид, солі амонію) та шкідливі для організму речовини (сполуки важких металів, пестициди, синтетичні барвники). Для профілактики захворювань органів виділення важливим є раціональне харчування, що передбачає вживання помірної кількості продуктів, які містять подразнюючі й токсичні речовини, до яких чутливі клітини ниркових канальців. Слід дотримувати правил особистої гігієни з метою запобігання інфікуванню органів виділення, вести активний спосіб життя тощо.

Завдяки потовиділенню з організму людини виводиться частина продуктів обміну речовин. Шкіра завдяки наявності щільної сітки кровоносних капілярів і потових залоз виконує ще й терморегуляційну функцію, урівноважуючи процеси теплоутворення і тепловіддачі. За зміни температури навколишнього середовища відбувається розширення або звуження кровоносних капілярів шкіри, а внаслідок цього збільшення або зменшення випаровування поту і відповідно збільшення або зменшення тепловіддачі. Терморегуляція захищає організм людини від перегрівання і переохолодження. Порушення температурних умов праці та відпочинку може викликати в людини тепловий удар, а недотримання гігієнічних правил догляду за шкірою можуть спричинити різноманітні захворювання шкіри.

Тема 6. ОПОРА ТА РУХ

Ніщо так не виснажує й не руйнує людину,
як тривала фізична бездіяльність.
Арістóтель,
давньогрецький учений-енциклопедист

§ 28. Значення опорно-рухової системи. Кістки, хрящі: їх будова та функції

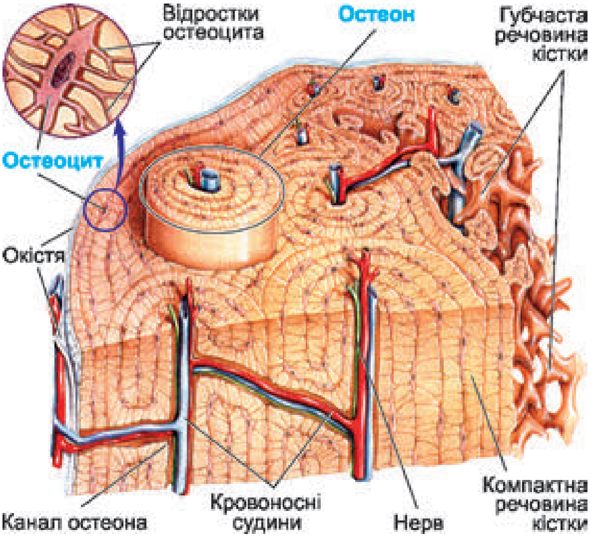
Пригадайте, як ускладнювалась опорно-рухова система хребетних тварин.

Значення опорно-рухової системи. Одним з важливих пристосувань організму до умов довкілля є *рух*. *Пригадайте, яка система органів забезпечує рух. Які органи входять до її складу?*

Вам відомо, що всі кістки організму людини утворюють **скелет** — пасивну частину опорно-рухової системи. Прикріплені до кісток скелетні **м'язи** утворюють її активну частину. Складові опорно-рухової системи людини становлять понад 50 % маси тіла.

Значення опорно-рухової системи полягає в забезпеченні переміщення організмів у просторі, руху частин тіла одна відносно одної, опори та захисту найважливіших органів. Кістки скелета беруть участь в обміні солей Кальцію, Фосфору, виконують кровотворну функцію. За участі м'язів відбувається рух крові, здійснюються дихальні рухи, людина виконує фізичну роботу тощо.

Знижена рухова активність (*гіподинамія*) є одним з чинників, який негативно впливає на процеси росту й розвитку людини, спричиняє порушення в скелеті, хронічні хвороби тощо.



Іл. 75. Мікроскопічна будова кістки

Будова та функції кісток. Скелет дорослої людини складається із близько 200 кісток. Кожна кістка людини — складний орган: вона займає певне місце в тілі, має свою форму й будову та виконує властиву їй функцію. Кістки утворені кістковою тканиною.

Основною структурною одиницею кісткової тканини є **остеон** — циліндричний утвір з нашарувань кісткових пластинок, уставлених одна в одну (іл. 75). Така будова забезпечує міцність кістки, протидіючи силам, що можуть викликати її деформацію. Пластинки остеона складаються із кісткових клітин — *остеоцитів* та *міжклітинної речовини*. Остеоцити мають довгі відростки, за допомогою яких

з’єднуються між собою, утворюючи своєрідну сітку. Міжклітинна речовина містить мінеральні солі, які надають кістці твердості, та білок осеїн, який зумовлює пружність кісток. У центрі остеона міститься канал. Через нього проходять нервові волокна та кровоносні судини, які живлять кістку (іл. 75).

Лабораторне дослідження

Тема: **Мікроскопічна будова кісткової тканини.**

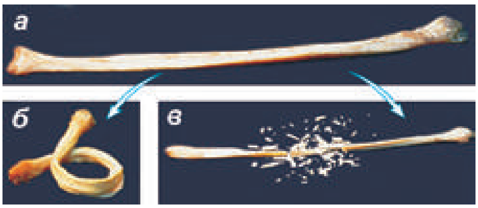
Мета: дослідити будову кісткової тканини, установити зв’язок між її будовою та функціями, навчитися розпізнавати кісткову тканину.

Обладнання: мікроскопи, мікропрепарат кісткової тканини.

Хід дослідження

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. Розгляньте почергово за малого, а потім за великого збільшення мікроскопа постійний мікропрепарат кісткової тканини. Знайдіть остеон — структурну одиницю кісткової тканини. Зверніть увагу на розташування клітин з відростками (остеоцитів) та міжклітинної речовини. Що переважає у складі тканини: клітини чи міжклітинна речовина?
3. Зіставте побачене під мікроскопом з *іл. 10 а* (§ 2) підручника.
4. Схематично зобразіть побачену під мікроскопом кісткову тканину.
5. Зробіть висновок: чим зумовлені особливості будови кісткової тканини?

Хімічний склад кістки. До складу кісток входять неорганічні (вода — близько 50 %, мінеральні солі — близько 21,8 %) та органічні (жири — близько 15,7 %, білки — близько 12,5 %) речовини. З неорганічних речовин 95 % припадає на солі Кальцію, решту становлять солі Фосфору, Магнію тощо. Неорганічні речовини надають кістці твердості й міцності (іл. 76 а), а органічні — гнучкості та еластичності (іл. 76 б). Під час прожарювання кістки органічні речовини згорають, і вона розсипається від дотику (іл. 76 в).



Іл. 76. Вигляд кістки: а — у нормі; б — без мінеральних речовин; в — без органічних речовин

Види кісток. За формою кістки поділяють на *довгі (трубчасті)*, *короткі, плоскі, змішані* (іл. 77). Довгі кістки — кістки плеча, стегна, гомілки; короткі — кістки стопи, кисті тощо, плоскі — кістки черепа, грудина, лопатки, ребра. Змішані кістки складаються з кількох частин, що мають різну будову та форму (наприклад, хребці, клиноподібна кістка черепа).



Іл. 77. Види кісток

Будова кісток. Будь-яка кістка утворена *компактною* та *губчастою* речовинами. Компактна речовина розташована зовні кістки, остеони в ній розміщені щільно. Натомість у губчастій речовині остеони розміщені нещільно. Вони утворюють кісткові перегородки, між якими міститься *червоний кістковий мозок* (кровотворна тканина). *Трубчаста кістка* (іл. 78) складається з тіла, усередині якого є порожнина, і двох головок. Головки завжди ширші за тіло та вкриті на суглобових поверхнях шаром гіалінового хряща. Головки кістки утворені губчастою речовиною. Зовні кістка вкрита окістям. Це тонкий щільний шар сполучної тканини, що зрісся з кісткою. Порожнина тіла кістки заповнена *жовтим кістковим мозком*, утвореним переважно жировою тканиною.



Іл. 78. Будова трубчастої кістки

Плоскі та короткі кістки складаються здебільшого з губчастої речовини. Особливістю будови плоскої кістки (іл. 79) є те, що вона складається з двох тонких пластинок компактної речовини, між якими міститься губчаста речовина.



Іл. 79. Будова плоскої кістки

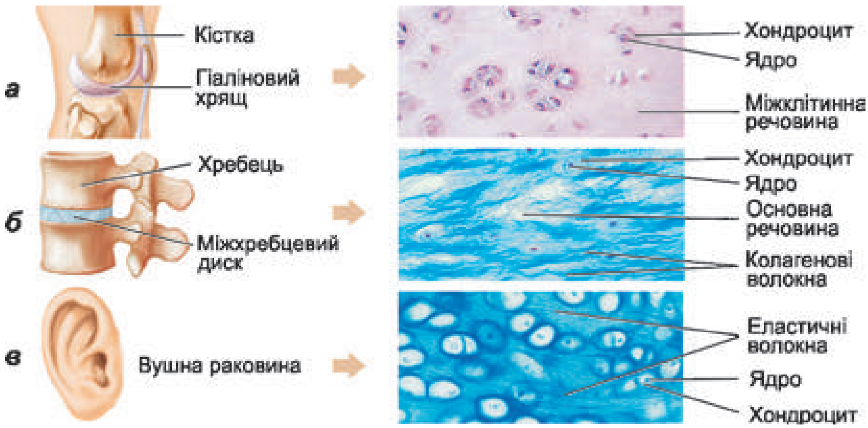
Будова та функції хрящів. До скелета людини належать також хрящі. Вони утворені хрящовою тканиною (іл. 10 б).

Основною структурною одиницею хрящової тканини є *хондроцит* — клітина, яка не має відростків. Міжклітинна речовина хрящової тканини містить менше неорганічних речовин, ніж кісткової тканини.

У хрящах відсутні кровоносні та лімфатичні судини, тому живлення відбувається за рахунок *охрястя* (шар сполучної тканини, що оточує хрящ зовні). У хрящах, порівняно з іншими тканинами, обмінні процеси сповільнені, їхні основні властивості — міцність і пружність. Розрізняють такі види хрящів: *гіаліновий, волокнистий, еластичний* (іл. 80). Їх різноманітність зумовлена виконанням специфічних функцій.

Гіаліновий (склоподібний) *хрящ* — міцний і пружний (іл. 80 а). Він містить значну кількість міжклітинної речовини й розташований там, де особливо важливими є міцність та еластичність (укриває суглобові поверхні всіх кісток).

У *волокнистих хрящах* багато колагенових волокон, які розміщені паралельно (іл. 80 б). Ці хрящі менш еластичні, ніж гіалінові. Вони утворюють міжреберні диски; розташовані у місцях прикріплення зв'я́зок, сухожилків.



Іл. 80. Види хрящів (хрящової тканини): а — гіаліновий; б — волокнистий; в — еластичний

Еластичний хрящ (іл. 80 в) вирізняється пластичністю, проте він менш міцний, ніж гіаліновий та волокнистий, тому міститься там, де немає потреби у великому о́порі зовнішнім впливам (у надгортаннику, вушній раковині тощо).

Лабораторне дослідження

Тема: **Мікроскопічна будова хрящової тканини.**

Мета: дослідити будову хрящової тканини організму людини, установити зв'язок між її будовою та функціями, навчитися розпізнавати види хрящової тканини.

Обладнання: мікроскопи, мікропрепарати хрящової тканини.

Хід дослідження

1. Розгляньте почергово за малого, а потім за великого збільшення мікроскопа постійний мікропрепарат хрящової тканини. Зверніть увагу на особливості форми клітин, їх розташування у тканині, наявність міжклітинної речовини (основної речовини, волокон). Що переважає у складі тканини: клітини чи міжклітинна речовина?

2. Зіставте побачене з *іл. 80*. З'ясуйте, до якого виду хрящової тканини належить досліджуваний мікропрепарат.

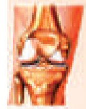
3. Схематично зобразіть побачене під мікроскопом, позначте цифрами його складові та підпишіть їх.

4. Зробіть висновок: чим зумовлені особливості будови хрящової тканини?

NB

Опорно-рухова система: скелет, м'язи. Кістка. Кісткова тканина. Хрящ. Хрящова тканина

1. У чому полягає значення опорно-рухової системи для людини? **2.** Назвіть частини опорно-рухової системи. **3.** Схарактеризуйте тканини: а) кісткову; б) хрящову. **4.** Які види кісток розрізняють за їх формою? **5.** Яка будова довгих і коротких кісток? **6.** Від чого залежить міцність і легкість кісток скелета? **7.** Назвіть види хрящової тканини. До складу яких органів вони входять?



8. Чому кісткову та хрящову тканини відносять до сполучної? **9.** Від яких особливостей будови й складу кісток залежить їх міцність, гнучкість і відносна легкість? **10.** Які ознаки подібності в будові кісткової та хрящової тканин? Як відмінності в будові кісткової та хрящової тканин пов’язані з виконуваними функціями? **11.** Прокоментуйте висловлювання давньогрецького вченого Арістотеля, що винесене як епіграф до теми.

12. Щоб переконатись у значенні мінеральних речовин для властивостей кістки, проведіть удома дослідження. Візьміть невелику сиру курячу кістку, покладіть її в банку та залийте 9 % розчином оцтової кислоти. Закрийте банку й залишіть на добу. Відтак кістку вийміть, промийте водою і дослідіть, які відбулися зміни. Результати спостережень і висновки запишіть у зошит.

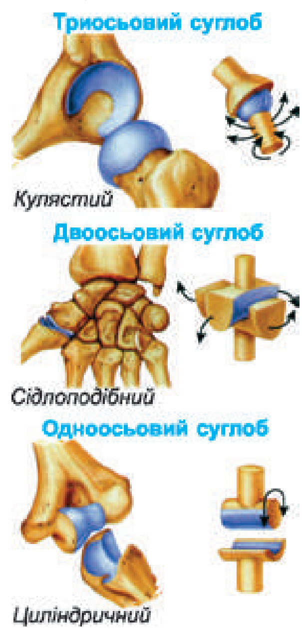
§ 29. З’єднання кісток. Огляд будови скелета людини

Пригадайте особливості будови скелета ссавців.

З’єднання кісток. Кістки, якими утворений скелет, з’єднані між собою. Розрізняють три типи з’єднань кісток: *нерухоме*, *напіврухоме* й *рухоме*. *Нерухоме з’єднання* утворюється внаслідок зростання кісток. Наприклад, кістки черепної коробки з’єднані за допомогою швів (іл. 81 а).



Іл. 81. Типи з’єднання кісток: а — нерухоме; б — напіврухоме; в — рухоме



Іл. 82. Типи суглобів

Напіврухоме з’єднання забезпечують хрящові прошарки, наприклад, міжхребцеві диски між тілами хребців (іл. 81 б). Оскільки хрящова тканина є еластичною, диски можуть стискатись і розтягуватись. Тим самим вони забезпечують рухомість хребта, амортизацію поштовхів, що виникають під час стрибків, бігу тощо.

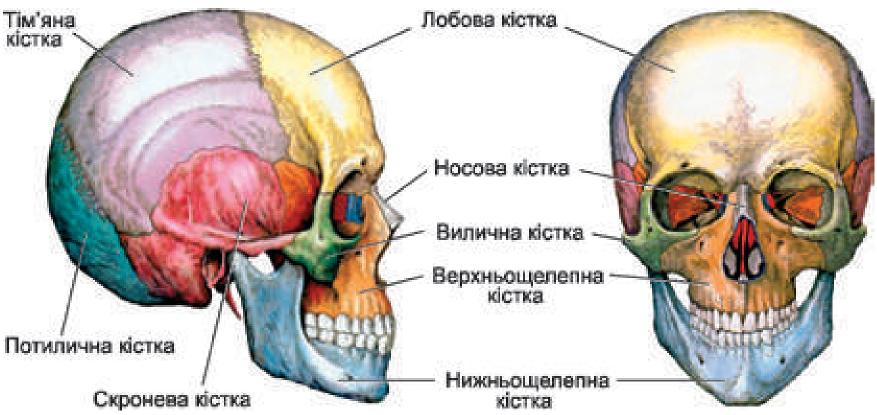
Суглоб — це *рухоме з’єднання кісток*. Здебільшого він складається із двох кісток (іл. 81 в), одна з яких має *суглобову западину*, куди входить го-

ловка іншої. Суглобова западина і головка відповідають одна одній за формою та розміром, а їхні поверхні вкриті тонким шаром гіалінового хряща. Суглобові поверхні кісток тісно прилягають одна до одної. Це забезпечується наявністю *суглобових зв'язок* — тяжів зі щільної сполучної тканини. Суглоб оточений *суглобовою сумкою,* зовнішній шар якої переходить в окістя. Внутрішній її шар виділяє в порожнину *суглобову рідину*, яка зменшує тертя між кістками та полегшує ковзання головки однієї кістки в суглобовій западині іншої (іл. 81 в).

Кожен рух тієї чи іншої частини тіла людини зумовлений відповідною *формою суглобів*. Характер руху залежить від *кількості осей*, навколо яких можуть відбуватися рухи (іл. 82). Тому розрізняють такі типи суглобів: *кулясті* (плечовий), *сідлоподібні* (один із суглобів великого пальця руки), *циліндричні* (один із суглобів передпліччя) тощо.

Будова скелета людини. Скелет людини подібний за будовою до скелета ссавців. Він утворений скелетом голови — *черепом*, скелетом тулуба — *грудною кліткою* та *хребтом*, скелетом вільних кінцівок та їх поясів (іл. 86).

Череп людини (іл. 83) має великий об'єм черепної, або мозкової, коробки.



Іл. 83. Череп

Череп складається з двох відділів: мозкового та лицьового. Мозковий відділ утворений парними (тім'яна, скронева) й непарними (лобова, потилична) кістками. *Лицьовий відділ* утворений дрібними кістками, з яких найбільші — верхньощелепна, вилична (парні кістки) та нижньощелепна (непарна кістка). Частина кісток, що утворюють череп, зрослися.

Осьовою частиною скелета тулуба є **хребет** (іл. 84 а), який має п'ять відділів: *шийний, грудний, поперековий, крижовий* і *куприковий.* У шийному відділі хребта, як і в усіх ссавців, 7 хребців.

Хребці грудного відділу хребта, грудина та дванадцять пар ребер утворюють **грудну клітку**. *Ребра* — це плоскі дугоподібні кістки, які задніми кінцями рухомо з'єднані з грудними хребцями. Перші сім пар ребер (I−VII) передніми кінцями за допомогою хрящів з'єднані з грудиною. Наступні три пари (VIII−X),

з'єднуючись хрящами між собою, утворюють реберну дугу, якою кріпляться до грудини. Передні кінці останніх двох пар ребер (XI–XII) вільно лежать у товщі м'язів (іл. 85). Крижові хребці зрослись у *крижі*, а куприкові — у *куприк*.



Іл. 84. Будова хребта: а — відділи хребта; б — будова грудного хребця

Хребет утворений 33–34 *хребцями*. Хребець (іл. 84 б) складається з *тіла*, *дуги* та кількох *відростків*, до яких кріпляться м'язи. Тіло та дуга замикаються в кільце й утворюють *отвір*. Отвори всіх хребців утворюють *хребетний канал*, у якому міститься спинний мозок.

Пояс верхніх кінцівок, або *плечовий пояс*, складається з парних кісток (*лопатки* та *ключиці*). До нього кріпиться скелет вільних верхніх кінцівок (іл. 86). Він утворений плечовою кісткою, двома кістками передпліччя (ліктьова й променева) та кістками кисті.

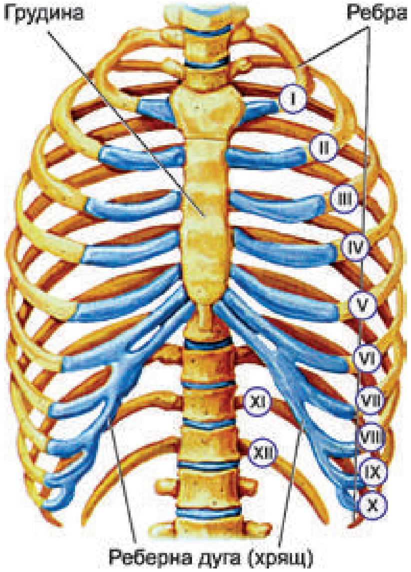
Пояс нижніх кінцівок, або *тазовий пояс*, складається із трьох пар великих кісток (*сідничні, лобкові* й *клубові*). Як і в більшості ссавців, ці кістки зростаються з крижовими хребцями. До поясу нижніх кінцівок кріпиться скелет вільних нижніх кінцівок (іл. 86), утворений стегновою кісткою, великою і малою гомілковими кістками та кістками стопи.

Особливості скелета людини. Порівняно із ссавцями будова скелета людини має специфічні особливості. Вони пов'язані передусім із прямоходінням. Тіло людини займає вертикальне положення та спирається на нижні кінцівки.

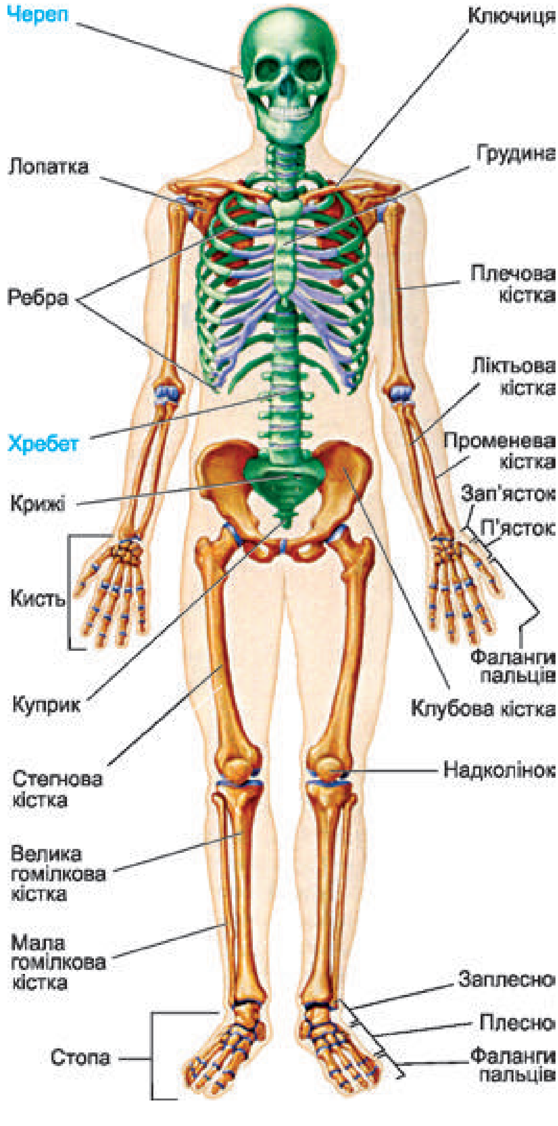
Хребет має 4 нормальні фізіологічні вигини (близько 4 см): два вперед — *шийний* і *поперековий* та два назад — *грудний* і *крижовий* (іл. 84 а). Завдяки цим вигинам хребет має S-подібну форму, що забезпечує його пружність під час ходіння та пом'якшує поштовхи тіла. Тіла хребців збільшуються за розмірами та масою, починаючи від шийного та закінчуючи крижовим відділом. Це пов'язано зі збільшенням навантаження на нижні відділи хребта.

За вертикального положення тіла внутрішні органи тиснуть своєю масою в напрямку, протилежному грудині. Це спричинило розвиток плоскої та широкої грудної клітки.

Пояс нижніх кінцівок людини широкий, чашоподібний. Він є опорою для внутрішніх органів черевної порожнини. Кістки нижніх кінцівок масивні, довші й міцніші, ніж кістки верхніх кінцівок.



Іл. 85. Скелет грудної клітки



Іл. 86. Скелет людини

Стопа та пальці ноги під час ходьби та бігу витримують масу тіла, пересувають його та зберігають рівновагу. Пружні подушечки стопи та її склепіння пом'якшують поштовхи тіла під час ходіння, бігу, стрибків.

Одна з найхарактерніших рис скелета людини — будова руки, що є органом праці. *Великий палець* кисті руки протиставлений іншим. Рухи пальців є диференційованими. За допомогою кисті руки людина виконує різноманітні дії, у тому числі найточніші маніпуляції.

NB **Типи з'єднань кісток. Скелет. Будова відділів скелета. Особливості скелета людини, зумовлені прямоходінням**

ЕРУДИТ ONLINE

У скелеті людини діють певні залежності між різними частинами тіла. Так, довжина долоні приблизно дорівнює довжині обличчя. Довжина передпліччя дорівнює довжині стопи. Переконатись, чи підходить вам шкарпетка, можна, обернувши її навколо кисті, стиснутої в кулак, а дібрати необхідний розмір взуття — порівнявши довжину підошви взуття з довжиною передпліччя. Віддаль між кистями розведених рук дорівнює сумі довжини ніг.

1. З яких основних відділів складається скелет людини? **2.** Яке значення хребта і яка його будова? Який тип з'єднання кісток характерний для нього? **3.** Опишіть будову хребця, скориставшись *іл. 84 б.* **4.** З яких відділів складається череп? Який тип з'єднання кісток характерний для нього? **5.** З яких відділів і кісток складається скелет: а) верхньої кінцівки; б) нижньої кінцівки? **6.** Що таке суглоб? Яка його будова? **7.** У якій частині скелета найбільше рухомих суглобів? Поясніть чому. **8.** Схарактеризуйте особливості будови скелета людини, зумовлені прямоходінням.

9. Який існує зв'язок між будовою хребців з різних відділів хребта і функціями, які вони виконують? **10.** У чому полягає відмінність між скелетом людини та скелетом ссавців? **11.** Поясніть, використавши знання з інших предметів, чому основне навантаження в стопі випадає на три її точки — п'яткову кістку та дві крайні кістки заплесна. **12.** Які особливості будови суглоба сприяють зменшенню тертя між кістками, що його утворюють? **13.** Які рухи можливі у плечовому суглобі? Від чого залежить характер руху в суглобі?

14. Визначте розміщення основних кісток у вашому скелеті. Проведіть їх тактильне дослідження. Які кістки ви зуміли дослідити?

§ 30. Функції та будова скелетних м'язів

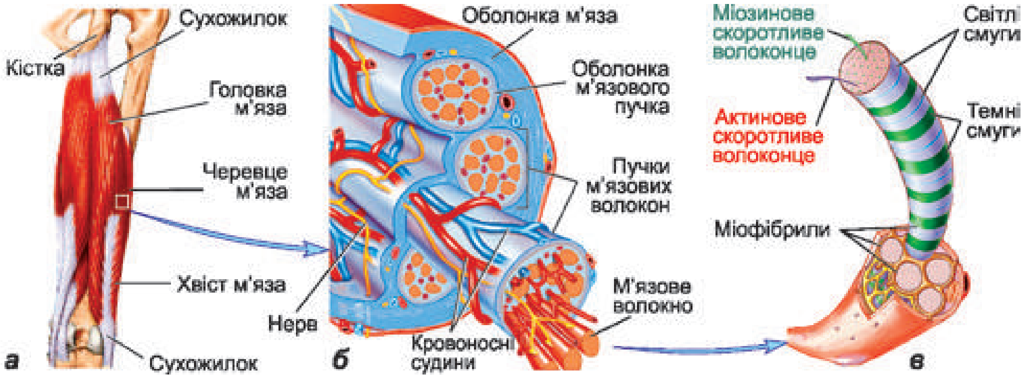
Пригадайте будову м'язової тканини. Які види м'язових тканин вам відомі? Яку будову мають м'язові клітини і які функції вони виконують?

Функції скелетних м'язів. Вам відомо, що в організмі людини, як і в усіх інших хребетних тварин, для здійснення різних рухів є два види м'язової тканини: *непосмугована* й *посмугована* (іл. 12). Серед посмугованої м'язової тканини розрізняють *скелетну* та *серцеву*. Відповідно до різновидів м'язової тканини, розрізняють м'язи: непосмуговані, скелетні та серцевий. Саме скелетні м'язи є активною частиною опорно-рухові системи організму. Вони забезпечують рівновагу й рух тіла в просторі, ковтальні та дихальні рухи, переміщення одних частин тіла відносно інших. *Пригадайте, завдяки яким властивостям м'язової тканини здійснюються ці рухи.*

У скелетних м'язах інтенсивно відбувається обмін речовин з перетворенням хімічної енергії органічних речовин на механічну й теплову. Близько 30 % утвореної енергії використовується для механічної роботи м'яза, решта перетворюється на тепло. Тепло, що утворюється в скелетних м'язах, бере участь у процесах терморегуляції.

Будова скелетного м'яза. У м'язі (іл. 87 а) розрізняють активну частину — *черевце*, або *тіло*, і пасивну його частину — *сухожилки*. Черевце м'яза утворене пучками посмугованих м'язових волокон. Пучки зв'язані між собою пухкою сполучною тканиною. У ній проходять кровоносні судини та нерви.

Зовні і пучок, і м'яз загалом укриті тонкою *оболонкою*. Кількість пучків у м'язі залежить від його функціональних особливостей. У м'язі проходять нерви, кровоносні та лімфатичні судини (іл. 87 б).



Іл. 87. Будова скелетного м'яза: а — зовнішня будова; б — пучки м'язових волокон; в — м'язове волокно

Частину м'яза, яка залишається нерухомою за його скорочення, називають головкою, а рухливий кінець — хвостом. М'язи, які мають одну головку, належать до простих. Є м'язи з двома (двоголовий м'яз), трьома (триголовий м'яз) і навіть чотирма (чотириголовий м'яз) головками. Від головки і хвоста відходять сухожилки, якими м'яз кріпиться до кісток (іноді до шкіри, суглобових сумок, хрящів тощо) (іл. 87 а). Сухожилки майже не розтягуються, але вони дуже міцні й витримують великі навантаження. Міцності сухожилку надає щільна сполучна тканина. *Пригадайте особливості її будови* (іл. 9 б, с. 12).

М'язи здебільшого мають червоно-бурий колір, а сухожилки — білий. Сухожилки постачаються кров'ю дещо менше, ніж м'язове черевце, вони тонші, ніж м'язи, та дуже міцні. Наприклад, п'ятковий сухожилок витримує навантаження близько 400 кг, а сухожилок чотириголового м'яза стегна — близько 600 кг.

Структурною і функціональною одиницею скелетного м'яза є **м'язове волокно** (іл. 87 в). Зовні воно вкрите оболонкою. У цитоплазмі м'язового волокна є *багато ядер* та органел, які забезпечують процеси життєдіяльності м'яза. Тут містяться спеціальні органели — *міофібрили*, які забезпечують м'язу виконання скоротливої функції. Міофібрила — це тонке волоконце, до складу якого входять білки — *актин* і *міозин*. Актин утворює *тонке* скоротливе волоконце, а міозин — *товсте* скоротливе волоконце. На іл. 88 схематично представлено скоротливий елемент міофібрили.

Актин і міозин мають різні фізико-хімічні характеристики, що зумовлює відмінність у їх забарвленні. Розташовуючись почергово в міофібрилі, вони надають м'язовому волокну ефект поперечної посмугованості. Тому під мікроскопом ми бачимо світлі й темні ділянки.





Іл. 88. Скоротливий елемент міофібрили

Лабораторне дослідження

Тема: **Мікроскопічна будова скелетної м’язової тканини.**

Мета: дослідити будову скелетної м’язової тканини, установити зв’язок між її будовою та функціями, навчитися розпізнавати скелетну м’язову тканину.

Обладнання: мікроскопи, мікропрепарат скелетної м’язової тканини.

Хід дослідження

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. Розгляньте почергово за малого, а потім за великого збільшення мікроскопа постійний мікропрепарат скелетної м’язової тканини. Знайдіть м’язове волокно — структурну одиницю скелетної м’язової тканини. Дослідіть кількість ядер у ньому та посмугованість волокна.
3. Зіставте побачене з іл. 12 б (§ 2) підручника.
4. Схематично зобразіть побачену під мікроскопом м’язову тканину.
5. Зробіть висновок: чим зумовлені особливості будови скелетної м’язової тканини?

Скелетний м’яз. Скелетна м’язова тканина. М’язове волокно. Міофібрила. Актин. Міозин. Сухожилок

Забарвлення м’язів залежить від кількості м’язового пігменту міоглобіну, який міститься в цитоплазмі м’язових волокон. *Міоглобін* — білок, що за хімічним складом і властивостями близький до гемоглобіну крові. Він легко зв’язує кисень, утворюючи сполуку *оксиміоглобін*. Тому міоглобін є джерелом кисню для м’язів. Залежно від умісту міоглобіну розрізняють білі та червоні м’язові волокна. Білі м’язові волокна швидко скорочуються і забезпечують активний рух, а червоні — скорочуються повільно й слугують для підтримки рівноваги.

1. З якої тканини утворений скелетний м’яз? **2.** Які функції виконують скелетні м’язи? **3.** Опишіть будову скелетного м’яза. **4.** Що таке сухожилок? Яка його будова? **5.** Опишіть будову м’язового волокна. **6.** Що таке міофібрила? Які особливості її будови? **7.** Чому скелетні м’язи називають посмугованими?

8. Обґрунтуйте значення скелетних м’язів в організмі людини. **9.** У чому виявляється взаємозв’язок будови та функцій скелетного м’яза? **10.** Порівняйте посмуговану скелетну м’язову тканину з посмугованою серцевою. **11.** У чому виявляється взаємозв’язок будови та функцій м’язового волокна?

12. Проведіть дослідження, яке доведе або спростує твердження про те, що до м’язів, які працюють, надходить більше крові, ніж до тих, що не працюють. В одну руку візьміть еспандер або тенісний м’ячик і стискайте його протягом 1–3 хв. Іншу руку опустіть донизу. Після закінчення роботи порівняйте руки за кольором. Сформулюйте висновок.



§ 31. Основні групи скелетних м'язів

Пригадайте, які м'язи найбільше розвинені у птахів і ссавців. Чим це зумовлено?

Різновиди скелетних м'язів. У тілі людини налічують понад 600 різноманітних скелетних м'язів. М'язи розрізняють за певними ознаками: формою, довжиною, функціями, розташуванням у тілі тощо.

Так, *за формою* розрізняють м'язи широкі, колові, зубчасті, трапецієподібні тощо. *За довжиною* — довгі та короткі м'язи. Довгі м'язи розміщені переважно на кінцівках, короткі — між окремими хребцями й ребрами. Найдовшим м'язом тіла є кравецький м'яз стегна (іл. 89 а), а найкоротшим (завдовжки близько 1 мм) — м'яз внутрішнього вуха.

За функціями, які виконують м'язи, розрізняють: згиначі й розгиначі, відвідні та привідні. *За розташуванням* у тілі людини виокремлюють поверхневі та глибокі, зовнішні та внутрішні м'язи.

Основні групи скелетних м'язів. Різноманітні м'язи об'єднані в певні групи, де вони пов'язані спільністю виконання функцій. Виокремлюють *м'язи голови, шиї, тулуба, верхніх* і *нижніх кінцівок* (іл. 89).

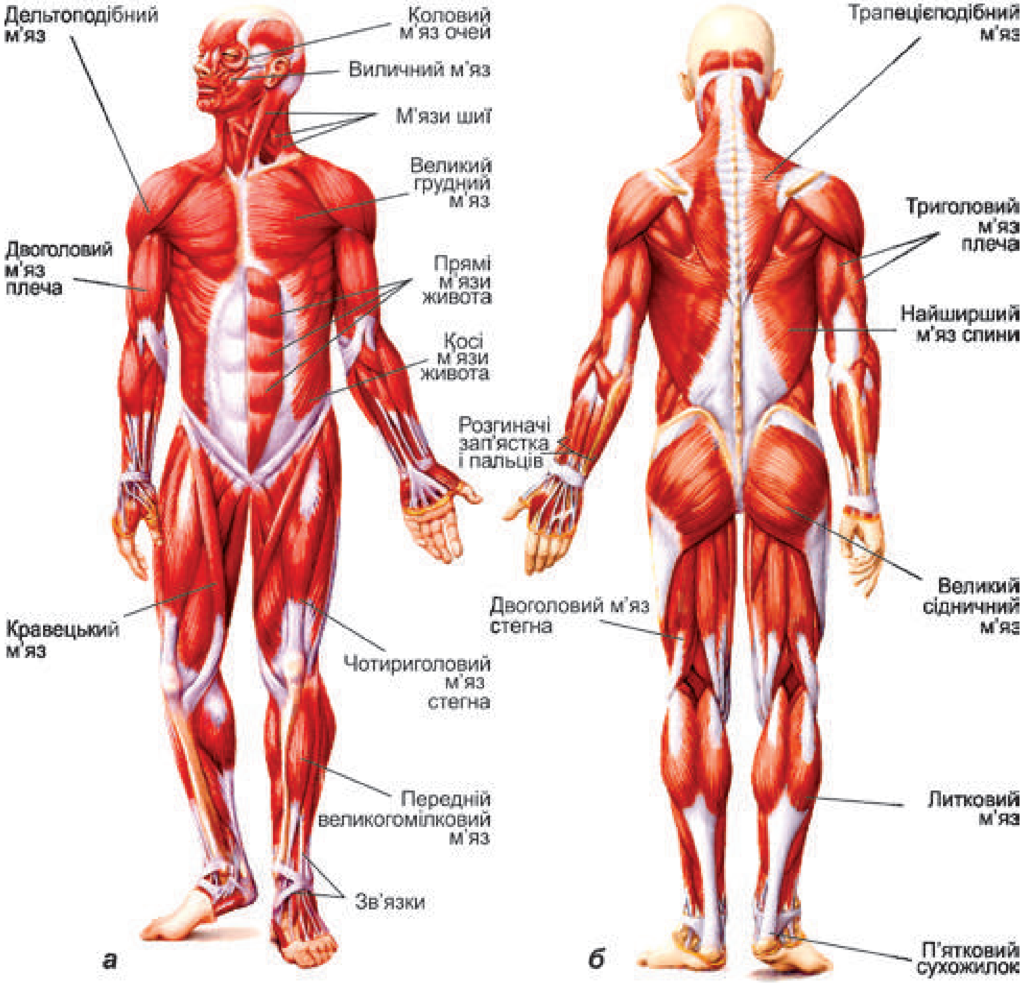
М'язи голови поділяють на дві групи: *жувальні* та *мімічні*. Жувальні представлені чотирма парами скелетних м'язів. Вони забезпечують рух нижньої щелепи. Скорочення і розслаблення мімічних м'язів забезпечують виразні рухи обличчя людини — *міміку*. До речі, коли ви усміхаєтесь, працює п'ятнадцять м'язів, а коли сердитесь — аж сорок два! Особливістю цих м'язів є те, що вони одним кінцем сухожилка кріпляться до кістки, а іншим — до шкіри обличчя.

М'язи шиї розташовані в кілька шарів. Вони підтримують голову у вертикальному положенні, беруть участь у рухах голови та шиї.

М'язи тулуба поділяють на м'язи грудей, спини та живота. *Міжреберні м'язи* (зовнішні й внутрішні) та *діафрагма* забезпечують дихальні рухи. *Пригадайте стан цих м'язів під час вдиху та видиху.* *Великий* і *малий грудні м'язи* здійснюють рухи кісток плечового поясу та плеча. Глибокі м'язи спини утримують тіло у вертикальному положенні, забезпечують рухи хребта назад і вбік. Поверхневі м'язи спини — *трапецієподібний* та *найширший м'язи* беруть участь у рухах верхніх кінцівок та грудної клітки. М'язи живота утворюють *черевний прес*, основною функцією якого є утримання внутрішніх органів у певному положенні. Крім того, він бере участь у диханні, сечовипусканні та випорожненні кишечнику. Зі скороченнями різних груп м'язів живота пов'язані нахили тіла вперед (*прямі м'язи живота*), його повертання праворуч і ліворуч (*косі м'язи живота*).

М'язи верхніх кінцівок поділяють на *м'язи плечового поясу* та *м'язи вільної верхньої кінцівки*. Найсильніший м'яз плечового пояса — *дельтоподіб-*

ний — забезпечує підняття руки. *Двоголовий* (біцепс) і *триголовий* (трицепс) м’язи плеча беруть участь у згинанні та розгинанні руки в ліктьовому суглобі. М’язи передпліччя спричиняють згинання і розгинання кисті. Дрібні м’язи кисті забезпечують виконання людиною найскладніших маніпуляцій.



Іл. 89. М’язи людини: а — вигляд спереду; б — вигляд ззаду

М’язи нижніх кінцівок поділяють на *м’язи тазового поясу* та *м’язи вільної нижньої кінцівки*. Особливістю цих груп м’язів є те, що вони найміцніші. На них припадає найбільше навантаження. *Пригадайте чому.* М’язи тазового поясу зумовлюють згинання і розгинання ноги в кульшовому суглобі, підтримують тіло у вертикальному положенні тощо. *Кравецький м’яз стегна* забезпечує повороти гомілки досередини, а стегна — назовні. *Чотириголовий* і *двоголовий м’язи стегна* беруть участь у згинанні та розгинанні ноги в колінному

суглобі. М’язи, які приводять у рух стопу й пальці, розташовані на гомілці. Найбільший з них — *литковий*.

Найпростіші рухи тіла забезпечує одночасна робота не одного, а кількох м’язів. М’язи скорочуються узгоджено, утворюючи *функціональні робочі групи*. Тому в групах м’язів, які виконують той чи інший рух, виділяють м’язи основні (які забезпечують власне цей рух) і допоміжні. Так, головними дихальними м’язами є діафрагма, зовнішні та внутрішні міжреберні м’язи. Але в дихальних рухах задіяні й допоміжні дихальні м’язи — певні м’язи грудей, живота, спини та шиї. М’язи, які спільно діють в однаковому напрямку, називають *синергістами* (від грец. *synergos* [синергос] — той, що діє разом); м’язи, що, скорочуючись, спричиняють протилежні рухи, — *антагоністами* (від грец. *antagōnistēs* [антагоністес] — супротивник, суперник). Приклад синергістів — жувальні м’язи, які за одночасного скорочення з обох боків змикають щелепи, допомагаючи один одному. Антагоністи — це двоголовий і триголовий м’язи плеча. Перший згинає руку в ліктьовому суглобі, другий — розгинає її.

Види м’язів. Групи м’язів: голови, шиї, тулуба, кінцівок та їх поясів

1. Назвіть основні групи скелетних м’язів. **2.** У чому полягає особливість мімічних м’язів? **3.** Назвіть м’язи: а) голови; б) тулуба; в) кінцівок. **4.** Які функції виконують м’язи живота? **5.** Назвіть м’язи, що беруть участь у дихальних рухах.

6. Які м’язи згинають і розгинають руку в ліктьовому суглобі? До якої групи м’язів вони належать? **7.** Які м’язи, що особливо розвинені в людини, дають змогу тримати тіло у вертикальному положенні? **8.** Чи однаково впливають різні види спорту на розвиток різних груп м’язів? *Висловте своє ставлення до проблеми надмірного нарощування м’язової маси.*

9. Знайдіть на своєму тілі розташування найбільших м’язів людського організму. Які з них, на вашу думку, потребують тренування? Висновок обґрунтуйте.

§ 32. Робота м’язів. Втома м’язів

Пригадайте з курсу фізики, що таке робота. Що вам робити легше: стояти на шкільній лінійці чи бігати по подвір’ю? Чому?

Робота м’язів. Скорочуючись, м’язи виконують *механічну роботу.* Розрізняють два види м’язової роботи — внутрішню (*статичну*) та зовнішню (*динамічну*). Статична робота пов’язана з процесами, які розвиваються в самому м’язі, й проявляється в утриманні частин тіла в певному положенні (стоячому, сидячому тощо). Під час статичної роботи (утримання вантажу, положення тіла) м’язи перебувають тривалий час у тонусі, який забезпечує їх напруженість — стан постійного часткового скорочення м’яза, для якого характерні незначні втома й енерговитрати. Величина статичної роботи, яку виконує м’яз, залежить від його навантаження та часу, впродовж якого діє це навантаження.

Динамічна робота пов'язана з переміщенням будь-якого вантажу, тіла або частин тіла в просторі. Під час цієї роботи скорочення м'язів чергується з їх розслабленням. Динамічна робота сприяє відтоку крові від органів, посилюючи діяльність внутрішніх органів, нервової системи тощо. Величина динамічної роботи, яку виконує м'яз, залежить від сили м'яза, швидкості скорочення м'яза та витривалості м'яза.

Сила, яку розвиває м'яз, залежить від маси скоротливих білків, кількості м'язових волокон та частоти нервових імпульсів, які надходять до м'яза. Що більше м'яз містить волокон, то більша його маса, він товстіший і сильніший. Якщо людина займається фізичною працею, то посилена функція м'яза спричиняє збільшення його маси та поперечного перерізу. І, навпаки, якщо людина веде малорухомий спосіб життя і не тренує м'язи, то вони зменшуються в об'ємі та масі. Сила м'язів у різних людей неоднакова й залежить від особливостей конституції, статі, професії, віку тощо. Наприклад, сила м'язів у чоловіків зазвичай більша, ніж у жінок; у літньому віці — менша, ніж у молодому.

СИЛА М'ЯЗА — це величина максимального напруження, яку він може розвинути під час збудження.

ШВИДКІСТЬ СКОРОЧЕННЯ М'Я́ЗА — час, за який м'яз може скоротитися або розслабитися.

ВИТРИВАЛІСТЬ М'ЯЗА — здатність м'яза протягом тривалого часу підтримувати заданий ритм роботи.

ВТОМА М'ЯЗА — це зниження працездатності м'яза.

За динамічної роботи довжина м'язів змінюється. Що довший м'яз, то на більшу відстань він може скоротитись. Що менший час, який потрібний для скорочення м'яза, то більша його швидкість скорочення.

Робота м'язів супроводжується затратами енергії. *Пригадайте, де береться енергія для скорочення м'язів.*

Втома м'язів. Усі м'язи внаслідок напруження втомлюються. Основними причинами втоми є недостатнє постачання м'язів киснем; зменшення запасів органічних речовин, які є джерелом енергії скорочення; накопичення продуктів обміну (молочної кислоти тощо).

Втома м'язів залежить від величини й тривалості їх напруження, частоти скорочення окремих волокон, стану нервової системи. Що більше навантаження і тривалість напруження м'язів, то швидше вони втомлюються. Якщо виконувати фізичні вправи ритмічно, то втома настає пізніше. *Переконайтеся в цьому, виконавши лабораторне дослідження.*

Дослідження фізіологів засвідчують, що найбільшу роботу м'язи можуть виконати за *середнього навантаження* і *середнього ритму*. Фізична втома — нормальне фізіологічне явище. Після відпочинку (розслаблення) працездатність м'язів не лише відновлюється, а й часто перевищує початковий рівень.

Витривалість м'язів залежить від їх пристосованості до певного виду навантаження (наприклад, м'язів спини й живота — до статичного навантажен-



ня, а рук і ніг — до динамічного). Так, м'язи ніг під час ходіння втомлюються менше, ніж під час стояння, а м'язи тулуба швидше втомлюються під час праці, пов'язаної з нахилами.

За *динамічного навантаження* м'язи то скорочуються, то розслаблюються. Це дає їм можливість відпочити, і тому м'яз може працювати доволі довго. Нервова система, здійснюючи регуляцію роботи м'язів, пристосовує їхню діяльність до поточних потреб організму, дає їм змогу працювати з високим коефіцієнтом корисної дії.

Хоча під час *статичного навантаження* м'язи не виконують механічної роботи над зовнішніми тілами, проте перебувають у постійному напруженні: більшість волокон одночасно скорочується, тому м'яз втомлюється. Так, людина не може довго простояти з високо піднятими руками.

Лабораторне дослідження

Тема. **Розвиток втоми за статичного й динамічного навантаження. Вплив ритму і навантаження на розвиток втоми.**

Мета: дослідити виникнення втоми за статичного й динамічного навантаження та вплив ритму скорочень і величини навантаження на розвиток втоми; визначити й обґрунтувати чинники, що впливають на розвиток втоми м'язів.

Обладнання: 1-, 2- та 3-кілограмові гантелі (або портфель із книжками, маса якого 1 кг, 2 кг і 3 кг), секундомір.

Хід дослідження

Завдання 1. **Визначення швидкості настання втоми за різних видів навантаження** (*роботу слід виконувати в парах*).

1. Перший учень стає біля дошки, бере в обидві руки вантаж (3-кілограмові гантелі чи портфелі) й відводить убік витягнуті руки з вантажем до рівня грудей. Другий учень робить крейдою на дошці позначки рівнів, до яких перший учень підніс руки з вантажем. Після цього вмикає секундомір і фіксує час до того моменту, коли хоча б одна рука першого учня з вантажем почне опускатися донизу.

Після цього учні міняються ролями.

2. Перший учень бере ті самі вантажі, ритмічно піднімаючи (до висоти позначок, зроблених раніше) та опускаючи їх. Рухи потрібно виконувати до моменту настання втоми. Другий учень фіксує час настання втоми.

Після цього учні міняються ролями.

3. Опишіть послідовні зміни, які відбуваються у м'язах руки під час розвитку втоми.

4. Зробіть висновок: за якого виду навантаження (статичного чи динамічного) швидше настає втома?

Завдання 2. **Дослідження впливу ритму скорочень м'язів на розвиток втоми.**

Роботу слід виконувати у групах за варіантами: I варіант — маса вантажу 1 кг; II варіант — 2 кг; III варіант — 3 кг.

1. Перший учень бере в обидві руки вантаж (відповідно до варіанта) й повільно піднімає його протягом 6 с до рівня позначки, зафіксованої під час виконання завдання 1. Потім протягом 6 с опускає руки. Повторює піднімання й опускання вантажу в такому ритмі до настання втоми. Другий учень рахує кількість піднімань і фіксує час, коли настає втома. Результати записує у відповідні графи таблиці 1.

Після цього учні міняються ролями.

2. Дії, аналогічні описаним у п. 1, виконуйте в ритмі 3 с, потім — 1 с. Результати запишіть у відповідні графи *таблиці 1*. (Частоту ритму можна задавати метрономом.)

Таблиця 1.

Ритм, *с*	**6**	**3**	**1**
Кількість піднімань			
Час настання втоми, *с*			

3. На основі даних дослідження в кожній групі встановіть, за якого ритму втома настає найпізніше.

4. Зробіть висновок, як впливає ритм на розвиток утоми.

***Завдання 3*. Дослідження впливу навантаження на розвиток утоми.**

Роботу слід виконувати у групах за варіантами: І-й варіант — ритм 6 с; ІІ варіант — 3 с; ІІІ варіант — 1 с.

1. Перший учень бере в обидві руки вантаж (спочатку 1 кг, потім 2 кг і 3 кг) і піднімає та опускає його в одному ритмі (*відповідно до варіанта*).

2. Другий учень рахує кількість піднімань і фіксує час, коли настає втома. Результати записує у відповідні графи *таблиці 2*.

Після цього учні міняються ролями.

Таблиця 2.

Вантаж, *кг*	**1**	**2**	**3**
Кількість піднімань			
Час настання втоми, *с*			

3. На основі даних дослідження в кожній групі встановіть, за якого навантаження втома настає найпізніше.

4. Зробіть висновок: як впливає величина навантаження на розвиток утоми?

Робота м'язів: статична і динамічна. Сила м'яза. Швидкість скорочення м'яза. Витривалість м'яза. Втома м'яза

Є речовини (допінги), що різко збільшують на короткий час м'язову силу, пришвидшують проведення нервових імпульсів. Відомі також препарати, що стимулюють синтез м'язових білків під дією навантажень. У спорті застосування допінгів заборонене не лише тому, що спортсмен, який його вжив, має переваги перед іншими, а й тому, що ці речовини шкідливі для здоров'я. Розплатою за тимчасове підвищення працездатності може бути цілковита непрацездатність. *Яке ваше ставлення до використання допінгів у спорті? Чому?*

1. Яку роботу виконує м'яз під час скорочення? **2.** Що таке статична робота м'яза? Від чого вона залежить? **3.** Що таке динамічна робота м'яза? Від чого вона залежить? **4.** Що таке втома м'язів? Які її причини? **5.** За якого навантаження та ритму робота буде найбільшою?

6. Чим відрізняється статична робота від динамічної? **7.** Чому статична робота втомлює більше, ніж динамічна? **8.** Які речовини і процеси є джерелом енергії під час роботи м'язів? Що відбувається з органічними сполуками в м'язі, що працює? **9.** Як ритм і навантаження впливають на працездатність м'язів та їх утомлюваність? **10.** Чому під час ручного прання білизни спина втомлюється більше, ніж руки? **11.** Чи погоджуєтеся ви з поширеною думкою, що найкращим способом відновлення працездатності є повний спокій (лежання на дивані, сидіння у кріслі тощо)? Дайте аргументовану відповідь.

12. Виконайте проект на тему **Гіподинамія — ворог сучасної людини** або **Рухова активність — основа фізичного здоров'я**.

§ 33. Розвиток опорно-рухової системи людини з віком

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», що таке постава. Які заходи профілактики порушення постави?

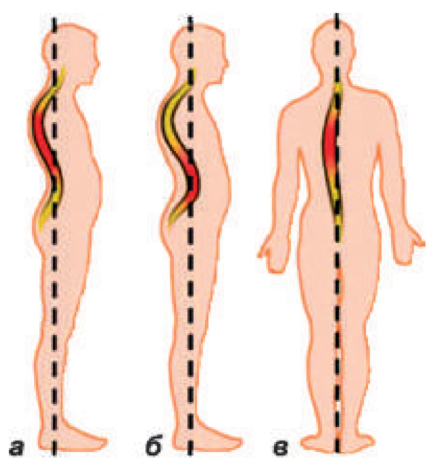
Ріст та вікові зміни складу кісток. У процесі життя людини відбуваються значні зміни в опорно-руховій системі. У дитячому та підлітковому віці ці зміни пов'язані з ростом кісток, їх скостенінням, формуванням постави. Ріст кісток розпочинається на ранніх етапах розвитку дитини в утробі матері й припиняється до 20–25 років. Упродовж усього періоду росту кістка збільшується як завдовжки, так і завширшки. У довжину ріст кістки відбувається за рахунок хрящового утворення — пластини росту. Вона міститься в головці довгої трубчастої кістки (іл. 78). Пластина росту з віком поступово стоншується і зникає — ріст кістки в довжину припиняється. У товщину кістка росте за рахунок окістя. *Пригадайте, що це за компонент кістки та де він міститься.*

З віком змінюється хімічний склад кісток. У кістках дітей більше органічних речовин, ніж неорганічних. Тому скелет у них гнучкий та еластичний. У людей похилого віку вміст органічних речовин зменшується, у кістковій тканині порушується обмін Кальцію. Кістки стають крихкими, порожнистими та менш щільними. Як результат розвивається ***остеопороз*** — підвищена ламкість кісток. Кістки за остеопорозу не лише швидше ламаються, а й гірше зростаються. Проблема остеопорозу стосується і молодих людей, оскільки щільність кісткової тканини може зменшуватися внаслідок куріння, зловживання алкоголем, дієтами для схуднення, харчування рафінованими продуктами, що містять недостатньо Кальцію.

Порушення постави. У різні вікові періоди кістки в довжину ростуть неоднаково. Найінтенсивніший ріст відбувається в перші два роки життя людини, потім — у 7–9 років та в період статевого дозрівання (12–16 років). Оскільки цей процес припадає на шкільні роки, то в більшості школярів призводить до порушення постави.

Здебільшого порушення постави проявляється у *викривленні хребта*. Найчастіше в грудному відділі хребта виникає ***кіфоз*** (іл. 90 а). Він виявляється в сутулості, а у тяжких випадках — горбатості («кругла спина»). Для людини, яка має кіфоз, характерні зведені плечі, крилоподібні лопатки, звуження грудної клітки.

ВИКРИВЛЕННЯ ХРЕБТА — відхилення від фізіологічної норми хребта в передньо-задньому (кіфоз, лордоз) та боковому (сколіоз) напрямках.

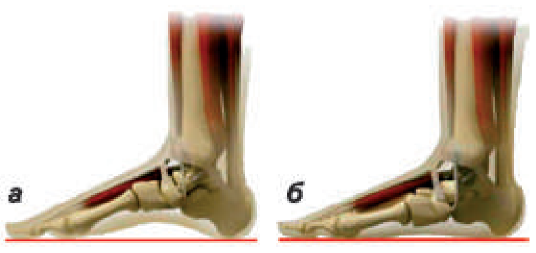


Іл. 90. Викривлення хребта: а — грудний кіфоз; б — поперековий лордоз; в — сколіоз

Така постава виникає в підлітків за значних фізичних навантажень на спину у вертикальному положенні. Кіфоз спричиняється деформацією грудних хребців і руйнуванням міжхребцевих дисків. Це призводить до обмеження рухливості ребер, порушень функцій легень тощо.

Лордоз — надмірний вигин хребта вперед («сідлоподібна спина»). Найчастіше виникає в поперековому відділі (іл. 90 б). Ознаками лордозу є: плоска грудна клітка, нахилені вперед плечі, випнутий живіт. Лордоз може спричинятися вивихами тазових суглобів, надмірною масою тіла тощо. Він призводить до несприятливих змін у роботі різних органів організму, особливо сечовидільної та репродуктивної систем у жінок. ***Сколіоз*** — дугоподібне викривлення хребта вбік від осі хребетного стовпа (іл. 90 в). *Пригадайте причини виникнення сколіозу та заходи його профілактики.*

До вад опорно-рухової системи належить і плоскостопість (іл. 91). *Плоскостопість* — це зниження склепіння стопи, за якого людина спирається на всю її поверхню. Плоскостопість розвивається через слабкість м’язів стопи, надмірну масу тіла, носіння взуття на високих підборах. Унаслідок цього стискаються кровоносні судини, порушується кровообіг стопи, постійно подразнюються її нервові закінчення, а це спричиняє больові відчуття і зміну ходи. *Пригадайте заходи профілактики плоскостопості.*



Іл. 91. Стопа: а — нормальна; б — плоскостопа

Ріст та розвиток м’язів. Формування скелетних м’язів розпочинається на ранніх етапах розвитку дитини в утробі матері. До моменту її народження усі м’язи вже анатомічно сформовані. У немовлят окремі групи м’язів ростуть нерівномірно: насамперед розвиваються м’язи живота, а пізніше — жувальні. *Чому?* У період статевого дозрівання, поряд з ростом трубчастих кісток інтенсивно ростуть і сухожилки м’язів. М’язи в цей час стають довгими й тонкими, а дівчата та хлопці, відповідно, — довгоногими й довгорукими. Найінтенсивніший ріст і розвиток м’язів відбувається в 14–17-річному віці. До 18 років маса м’язів відповідає нормі дорослої людини. Тому заняття силовими видами спорту найкраще розпочинати з 14 років.

Значення фізичних вправ для правильного формування скелета і м’язів. Сила і працездатність м’язів залежать від їх тренування, тобто систематичної, помірної роботи. Тренування сприяє збільшенню об’єму м’язових волокон, зростанню сили і працездатності м’яза, що важливо для фізичного розвитку всього організму. Вправи лежать в основі будь-яких рухових навичок і вмінь. Під час тренування посилюється кровопостачання м’язів, поліпшу-

ється нервова регуляція їхньої діяльності, відбувається ріст м’язових волокон, тобто збільшується маса м’яза.

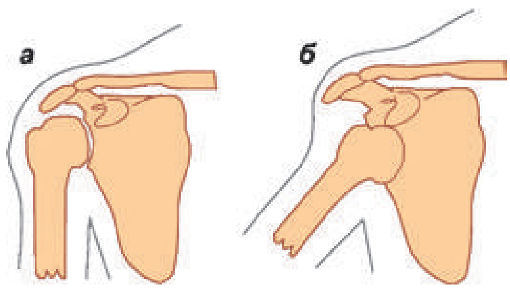
Тренування діє сприятливо не лише на м’язи, а й на стан скелета. Що сильніше розвиваються м’язи тіла, то міцнішими стають і кістки скелета. Крім того, підвищується стійкість організму до захворювань і несприятливих чинників довкілля. Правильно дозована фізична праця і вправи позитивно впливають на гармонійний розвиток людини, сприяють підвищенню не лише фізичної, а й розумової працездатності.

Фізичні навантаження корисні для всіх, незалежно від віку, професії, стану здоров’я. Якщо ви хочете досягти високої працездатності м’язів, то під час фізичної роботи слід дотримувати певних правил. Фізично працювати або займатися фізичними вправами бажано на свіжому повітрі або в добре провітрюваному приміщенні. Це забезпечить надходження до м’язів необхідної кількості кисню. Необхідно уникати надмірних навантажень. Для запобігання перевтомі за появи відчуття значної втоми потрібно відпочити.

Нормальний розвиток опорно-рухової системи залежить від правильного харчування та рухової активності, що сприяє формуванню сильної та витривалої людини. *Гіподинамія* призводить до погіршення працездатності, порушення обміну речовин тощо.

Надання першої допомоги у разі ушкодження опорно-рухової системи. У житті людини трапляються різні ушкодження опорно-рухової системи: *вивихи, забої, розтягнення, переломи*.

Унаслідок різких, надмірних рухів у суглобі, сильного удару в ділянку суглоба можливий ***вивих*** — зміщення кінців кісток, що його утворюють. При цьому головка однієї кістки частково або повністю виходить із суглобової западини іншої (іл. 92). Вивих можуть супроводжувати розриви суглобової сумки, розтягнення суглобових зв’я́зок і м’язів.



Іл. 92. Плечовий суглоб: а — у нормі; б — вивих

Ознаками вивихів є: зміна форми кінцівки в ділянці суглоба, втрата звичайної рухливості в суглобі, гострий біль.

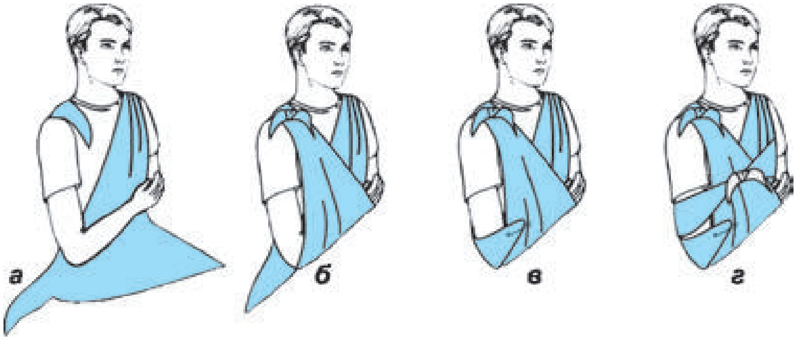
Загальні принципи надання першої допомоги у випадку вивихів:

а) до місця вивиху прикладіть грілку з холодною водою чи льодом або рушник, змочений холодною водою;

б) закріпіть ушкоджену кінцівку так, щоб не змінити положення вивихнутого суглоба, накладіть косинкову пов’язку (іл. 93) або імпровізовану шину (іл. 95);

в) доправте потерпілого до найближчої лікарні для вправляння суглоба.

Ознаками ***забоїв*** і ***розтягнення зв'язок*** є: різкий біль під час натискання на місце травми; синці, набряки; порушення або втрата рухливості у травмованому місці; можливі судоми; втрата дієздатності травмованого м'яза.



Іл. 93. Послідовність накладання косинкової пов'язки

Загальні принципи надання першої допомоги у випадку забоїв і розтягнення зв'язок:

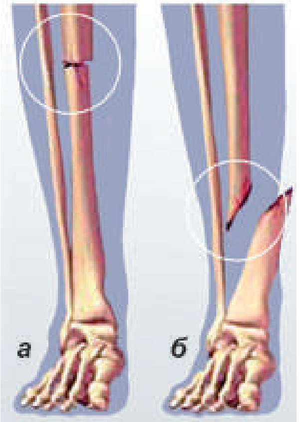
а) влаштуйте якомога зручніше травмовану частину тіла;

б) прикладіть до ушкодженого місця холодний компрес і залиште на 30 хв;

в) накладіть на ушкоджене місце тугу пов'язку;

г) за сильного удару після зазначених вище заходів потерпілого необхідно доправити до лікарні, щоб не пропустити серйознішого ушкодження, наприклад, перелому.

Часто вивихи супроводжуються ***переломами*** — ушкодженням кістки з порушенням її цілісності. Розрізняють *закриті* та *відкриті переломи*. Якщо перелом закритий, то травмується лише кістка (іл. 94). Відчувається сильний біль, ушкоджене місце набрякає. Інколи спостерігають зміну форми кінцівки внаслідок зміщення зламаної кістки. За відкритих переломів гострі кінці кісток розривають м'язи, кровоносні судини, нерви, шкіру — утворюється рана (іл. 94 б).



Іл. 94. Переломи кісток:
а — закритий;
б — відкритий

Ознаками переломів є:

- різкий біль у ділянці перелому;
- набряк, синці, а за відкритих переломів — кровотечі;
- порушення форми й довжини кінцівки;
- порушення або втрата рухливості в місці перелому;
- відчуття хрускоту за спроби руху;
- можливі ознаки больового шоку (стан непритомності).

Загальні принципи надання першої допомоги у випадку переломів кісток:

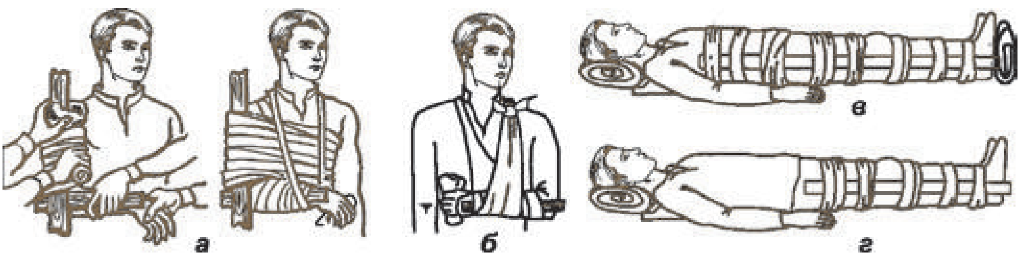
а) одразу викликайте службу невідкладної допомоги, яка за необхідності накладає спеціалізовані шини;

б) за відсутності пульсу або ознак дихання надайте допомогу з їх відновлення; у разі кровотечі — зупиніть її;

в) переміщуйте потерпілого лише в разі небезпеки для нього;

г) надаючи допомогу, уникайте будь-яких зайвих рухів у ділянці перелому: невмілі дії можуть призвести до збільшення травми;

г) у разі крайньої необхідності влаштуйте потерпілого зручніше та знерухомте ушкоджену кінцівку (накладіть фіксувальну пов'язку або імпровізовану шину (іл. 93, 95)).



Іл. 95. Накладання шини за переломів кісток верхньої та нижньої кінцівок: а — плеча; б — передпліччя; в — стегна; г — гомілки.

За *відкритих переломів* спочатку зупиніть кровотечу (іл. 66). Після цього накладіть тугу пов'язку в такій послідовності:

а) накрийте рану стерильною марлевою серветкою або шматком чистої тканини;

б) якщо кістка виглядає над поверхнею шкіри, покладіть навколо неї кільце з вати поверх серветки;

в) накрийте серветку прокладкою з тканини й туго зафіксуйте її бинтом;

г) у разі крайньої необхідності накладіть шину (іл. 95).

Щоб запобігти ушкодженням опорно-рухової системи, необхідно дотримувати правил безпечної поведінки.

Вікові особливості опорно-рухової системи людини. Вплив тренувань на властивості м'язів. Надання першої допомоги за ушкоджень опорно-рухової системи

1. Які зміни відбуваються з опорно-руховою системою з віком? **2.** Як ростуть кістки в довжину й товщину? **3.** Як змінюється хімічний склад кістки з віком? **4.** Назвіть основні порушення постави. **5.** Які причини виникнення сколіозу? **6.** Які зміни відбуваються в організмі за кіфозної постави? **7.** Які ознаки вивиху та як надавати першу допомогу за цього ушкодження? **8.** Як залежить стан опорно-рухової системи від способу життя?

9. Чи змінюються м'язи з віком? **10.** Чому шкідливо носити вузьке взуття на високих підборах? **11.** Наведіть приклади впливу навколишнього середовища на розвиток скелета. **12.** Поясніть, чому переломи найчастіше трапляються в людей літнього віку. Чим вони небезпечні? **13.** Доведіть позитивний вплив фізичних вправ на організм. **14.** Як ви розумієте думку: «Рельєф кістки змінюється залежно від способу життя людини»? **15.** Чому плоскостопість негативно впливає на весь організм? **16.** Чому важливо зберігати правильну поставу і що для цього потрібно робити? **17.** Яких правил необхідно дотримувати для забезпечення високої працездатності м'язів?

Узагальнення

Основними функціями опорно-рухової системи є опора та рух. Кістки утворюють пасивну її частину — скелет. Він побудований з кісткової та хрящової тканин. Основною структурною одиницею кістки є остеон, що забезпечує їй здатність витримувати великі навантаження. Неорганічні речовини надають кістці твердості й міцності. Органічні речовини надають їй гнучкості та еластичності. Будова та різноманіть кісток зумовлені їхніми функціями.

Скелет людини утворений скелетами голови, тулуба та кінцівок. З'єднання кісток бувають нерухомі, напіврухомі й рухомі. У зв'язку з прямоходінням тіло людини набуває вертикального положення, хребет має S-подібну форму, стопа й кисть також набули особливої плоскої форми.

Скелетні м'язи утворюють активну частину опорно-рухової системи. Основою м'яза є пучок посмугованих м'язових волокон. Будова м'язового волокна зумовлена його скоротливою функцією. М'язи характеризується силою, швидкістю і витривалістю. Різноманітні м'язи об'єднані у групи, де вони пов'язані спільністю виконання певних рухів. Скорочуючись, м'язи виконують механічну роботу. Найбільшу роботу м'язи здійснюють за середнього навантаження і середнього ритму. Причиною втоми м'язів є передусім недостатнє постачання кисню.

Упродовж життя опорно-рухова система змінюється. Інтенсивний ріст її відбувається в період статевого дозрівання. У довжину кістки ростуть за рахунок хряща її головки, а в товщину — за рахунок окістя. Хімічний склад кісток з віком також змінюється. Нормальному розвитку опорно-рухової системи сприяє правильне харчування та рухова активність. Систематичні заняття фізичними вправами сприяють росту й розвитку м'язів та зміцненню кісток.

У житті людини можуть бути різні ушкодження опорно-рухової системи: вивихи, забої, розтягнення, переломи. Грамотність надання першої допомоги за цих ушкоджень збереже не лише здоров'я, а й життя травмованої людини. Для запобігання ушкодженням опорно-рухової системи необхідно дотримувати правил безпечної поведінки.

Тема 7. ЗВ'ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. НЕРВОВА СИСТЕМА

Перед завданням повного з'ясування роботи людського мозку навіть уява зупиняється в нерішучості.

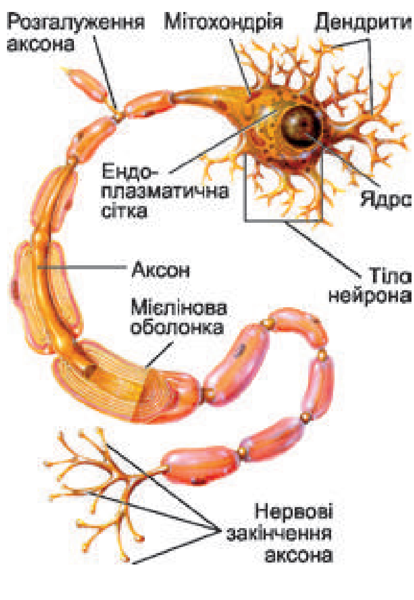
Джон Екклс, автралійський нейрофізіолог, лауреат Нобелівської премії (1963)

§ 34. Значення і будова нервової системи. Нейрон. Рефлекс. Рефлекторна дуга

Пригадайте основні властивості нервової тканини. Що таке рефлекс?

Значення нервової системи. Як вам відомо, нервова система відіграє вагому роль у життєдіяльності організму, забезпечуючи взаємозв'язок усіх його складових та зв'язок з довкіллям. Вона здійснює регуляцію всіх функцій організму, забезпечуючи взаємодію різних клітин через нервові структури. У нервовій системі під впливом подразнень легко виникають та поширюються нервові імпульси — хвилі збудження. Нервові імпульси передають збудження на інші клітини, зумовлюючи їхню реакцію-відповідь на подразнення і пристосування до мінливих умов середовища.

Нейрон. Відомо, що основний компонент нервової системи — нервова тканина, а її структурною і функціональною одиницею є спеціалізована нервова клітина — *нейрон* (іл. 96). Його головні функції — сприймання інформації з організму та довкілля, її аналіз, зберігання та передавання у вигляді нервових імпульсів до робочих органів.



Іл. 96. Будова нейрона

Тіло нейрона може бути різної форми (овальної, зірчастої, багатокутної) і різних розмірів (5–150 мкм). У ньому, крім основних органел (іл. 96), містяться нейрофібрили — особливі нитки й канальці, які дають можливість клітині набувати відповідної форми та передавати збудження. У центрі тіла нервової клітини є ядро, однак вона не здатна до поділу й розмноження.

Дендрити (іл. 96) сприймають подразнення і проводять імпульси до тіла нейрона. Їх довжина сягає 0,01–0,50 мм. Дендрити сильно розгалужені поблизу тіла нейрона, мають бокові вирости (шипики), які збільшують їх поверхню та є місцями контактів з іншими нейронами.

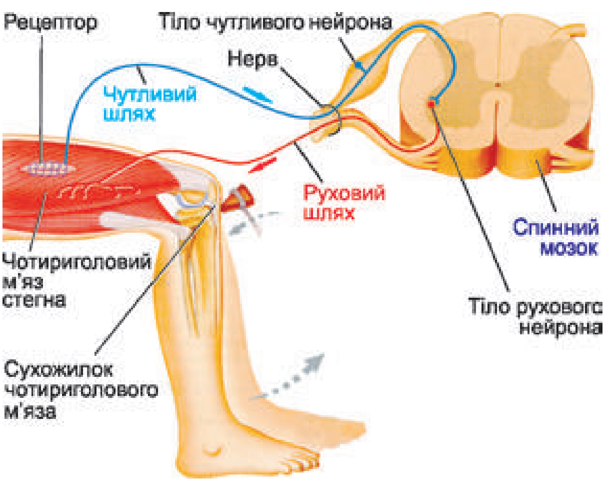
Аксон завдовжки понад 1–1,5 м, що розгалужується лише на самому кінці, передає нервові імпульси від тіла одного нейрона до інших нейронів або ро-

бочих органів. Оболонка аксона часто містить *мієлін* — жироподібну речовину, яка ізолює вплив нервових імпульсів на сусідні тканини та збільшує їхню швидкість. Відростки нейронів, укриті оболонкою, називають **нервовими волокнами.**

За функціями розрізняють чутливі, вставні та рухові нейрони. *Чутливі нейрони* збуджуються під дією зовнішніх впливів і передають імпульс від периферії до спинного чи головного мозку. *Рухові нейрони* передають сигнал із центральної нервової системи до органів-виконавців. *Вставні нейрони* здійснюють передачу імпульсів між чутливими та руховими нейронами. Імпульси по дендритах й аксонах поширюються лише в одному напрямку й передаються з клітини на клітину через спеціальні утворення — синапси.

Рефлекс. Як вам відомо, основний механізм діяльності нервової системи — рефлекс. Поняття «рефлекс» було введено в науку в XVII ст. французьким ученим Рене Декартом. Для організму людини характерна різноманітність рефлексів. Вони забезпечують взаємодію органів під час здійснення усіх фізіологічних процесів. Наприклад, під час харчування відбувається скорочення м'язів, що забезпечують ковтання і просування їжі в травному тракті, виділення залозами травних соків тощо.

РЕФЛЕКС — відповідь організму на подразнення, що відбувається під контролем нервової системи.



Іл. 97. Схема колінного рефлексу

За біологічним значенням розрізняють такі види рефлексів: харчові, оборонні, орієнтувальні, статеві.

За характером реакції-відповіді рефлекси бувають: рухові, секреторні, судинні, дихальні, обмінні тощо.

За походженням — рефлекси, з якими людина народжується (безумовні) та рефлекси, набуті впродовж життя (умовні).

Рефлекторна дуга. Шлях, яким проходять нервові імпульси, називають **рефлекторною дугою**. Найпростіша двонейронна рефлекторна дуга складається з двох нейронів — чутливого і рухового. Такою є рефлекторна дуга колінного рефлексу, який зазвичай викликає лікар-невропатолог для дослідження стану нервової системи в пацієнта (іл. 97).

Унаслідок удару молоточком по сухожиллю чотириголового м'яза стегна в чутливих закінченнях дендрита виникають нервові імпульси, які чутливими нервовими волокнами надходять до сірої речовини спинного мозку. Тут не-

рвовий імпульс передається на руховий нейрон і руховими волокнами йде до м’язів ноги, викликаючи її розгинання.

До складу більшості рефлекторних дуг входять також *вставні нейрони,* що містяться в спинному та головному мозку. Такі рефлекторні дуги (наприклад, тринейронні) називають складними (іл. 98). Будь-яка рефлекторна дуга складається з п’яти ланок. Починається вона *рецепторами* (1) — чутливими закінченнями нервових волокон або спеціалізованих чутливих органів, які сприймають подразнення і перетворюють його на нервові імпульси.



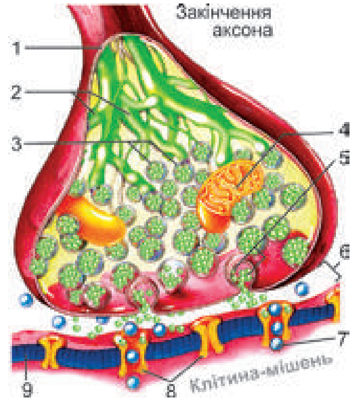
Іл. 98. Рефлекторна дуга (тринейронна)

Чутливим шляхом (2) імпульси надходять по чутливих нейронах до спинного чи головного мозку. Тут містяться *нервові центри* (3) — сукупність структур, які відповідають за здійснення певних рефлексів. У цій ділянці центральної нервової системи інформація у вигляді імпульсів опрацьовується і формується відповідна реакція.

Далі *руховим шляхом* (4) відбувається передача імпульсів по руховому нейрону від центральної нервової системи до робочого органа. *Робочий орган* (м’яз, залоза тощо), виконує «команду» нервового центру та здійснює відповідь на подразнення (5).

Рефлекторна діяльність нервової системи — це результат взаємодії двох протилежних процесів — *збудження* та *гальмування*. Нервовий імпульс, що передається по аксону від одного нейрона до іншого, може викликати у ньому або збудження, або гальмування. Якщо нейрон збуджується, то в ньому виникає свій нервовий імпульс. *Збудження* характеризується підвищенням специфічної діяльності органів у відповідь на зовнішні та внутрішні подразнення. Іноді нервовий імпульс, досягнувши сусіднього нейрона, не лише не збуджує його, а й пригнічує розвиток збудження у ньому. Тоді виникає *гальмування* — це послаблення чи припинення рефлекторної відповіді на подразнення внаслідок зменшення сили та швидкості проведення нервових імпульсів.

Будова нейрона: тіло, аксон, дендрит. Рефлекс. Рефлекторна дуга: рецептор, чутливий шлях, нервовий центр, руховий шлях, робочий орган



Синапс:
1 — мембрана аксона;
2 — нейрофібрили;
3 — синаптичні міхурці;
4 — мітохондрія;
5 — молекули медіатора;
6 — синаптична щілина;
7 — йони Na+;
8 — канали мембрани;
9 — мембрана клітини-мішені

Передача імпульсу в синапсах від нейрона до нейрона або робочого органа відбувається хімічним шляхом і дуже швидко. У цитоплазмі аксона (у його закінченні) є міхурці, заповнені особливою речовиною — медіатором. Коли імпульс доходить до міхурців, вони тріскають і вивільняють молекули медіатора, які потрапляють у тканинну рідину синаптичної щілини. Відтак вони збуджують мембрану клітини, з якою утворюють контакт, збільшуючи її проникність для певних йонів (Na^+, K^+, Ca^{2+}) і зумовлюючи появу на її поверхні певного заряду (збудження). Після виконання функції передавача імпульсів медіатори руйнуються спеціальними ферментами.

Кількість нейронів (у немовляти понад 10 млрд) протягом життя не збільшується, зростає лише кількість синапсів. Найбільше їх утворюється до 7-річного віку. Рухи, реакції, óбрази — усе, що є фізичним і духовним проявом життя, — це результат наростання кількості аксонів, які утворюють дуже складні синаптичні зв'язки. Тому мозок генія і мозок пересічної людини різняться не масою, а саме кількістю синапсів. Іноді через небажання навантажувати свій мозок талановита людина не досягає успіхів: наявні міжнейронні зв'язки втрачаються, а нові не створюються. Мозок, як і м'язи, потребує «тренування».

1. У чому полягає значення нервової системи? **2.** Схарактеризуйте особливості будови та функції складових нейрона. **3.** Укажіть функції нейронів: а) чутливого; б) вставного; в) рухового. **4.** Поясніть механізм виникнення і передачі імпульсів під час здійснення колінного рефлексу. **5.** Назвіть основні ланки рефлекторної дуги.

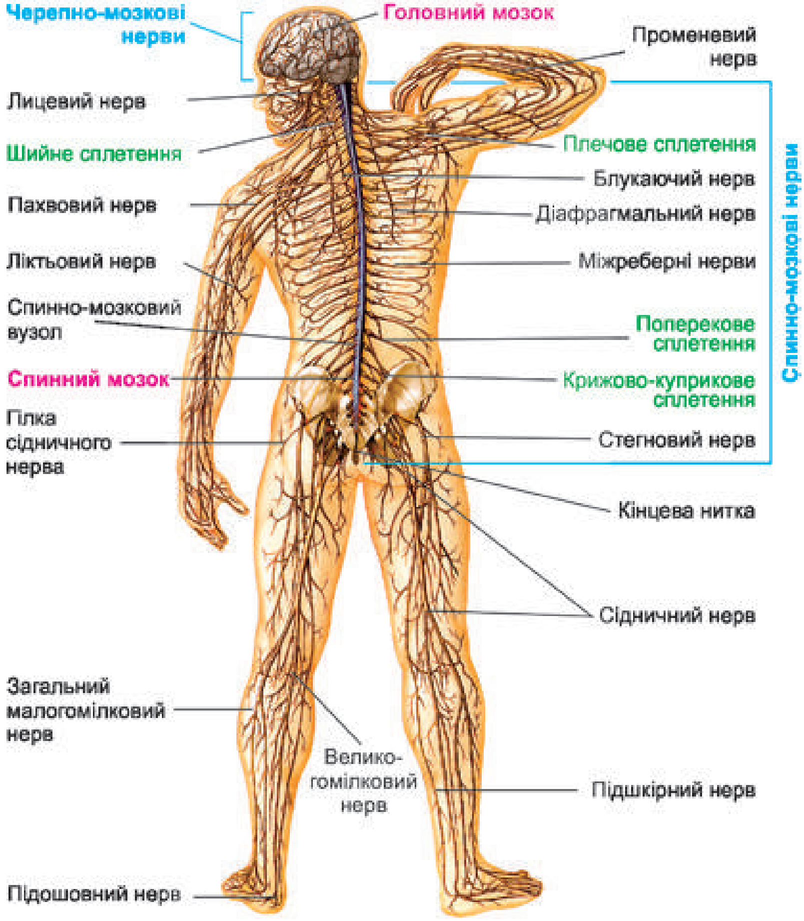
6. Чим зумовлені функції нейрона? **7.** Яке значення для здійснення рефлексів мають нервові центри? **8.** Як пов'язані між собою процеси збудження і гальмування? **9.** Порівняйте дво- і тринейронні рефлекторні дуги за будовою і функціями.

§ 35. Центральна та периферична нервова система людини

Пригадайте, на які відділи поділяють нервову систему тварин. Чим це зумовлено?

Нервова система людини, як і усіх хребетних тварин, — трубчастого типу. У зародка вона має вигляд трубки, з якої потім розвивається спинний і головний мозок, від яких відходять нерви. Нервову систему за будовою умовно поділяють на центральну — головний і спинний мозок — та периферичну — нерви, нервові вузли та сплетення, нервові закінчення (іл. 99). За функціональними особливостями нервову систему поділяють на дві частини: *соматичну* й *вегетативну*. Соматична нервова система — частина центральної та периферичної нервових систем, яка регулює діяльність скелетних м'язів та органів

чуття, забезпечуючи рухи та відчуття. Вегетативна нервова система регулює діяльність внутрішніх органів.



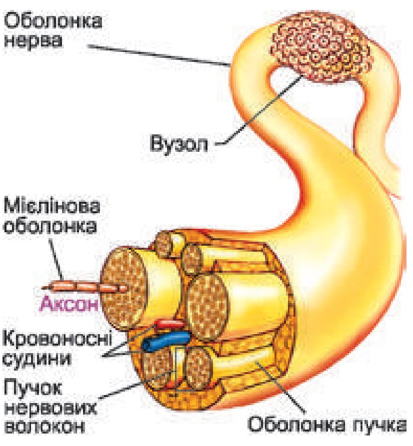
Іл. 99. Нервова система людини

Центральна нервова система. Спинний мозок — відділ центральної нервової системи, який забезпечує просту рефлекторну діяльність (рух), регуляцію діяльності внутрішніх органів, виконання команд головного мозку й передачу до нього інформації від органів чуття. **Головний мозок** — вищий відділ центральної нервової системи, який впливає на діяльність спинного мозку, регулює фізіологічні процеси й координує діяльність систем організму, а також формує поведінку людини. У спинному й головному мозку розрізняють сіру та білу речовини. Тіла нейронів утворюють *сіру речовину* спинного та головного мозку. Відростки нейронів, у свою чергу, утворюють *білу речовину*.

Мозок оточений трьома захисними сполучнотканинними оболонками (іл. 101 а). *Тверда* (зовнішня) *оболонка* мозку покриває внутрішні поверхні

хребтового каналу й черепа та виконує захисну функцію. *М’яка* (внутрішня) *оболонка* мозку щільно покриває поверхню мозку, проникає в усі щілини й містить кровоносні судини. *Павутинна оболонка* — тонка, прозора, розміщена між твердою і м’якою, але не заходить у щілини й борозни. Внаслідок цього утворюються підпавутинні простори, заповнені мозковою рідиною (близько 200 мл), що забезпечує живлення мозку.

Периферична нервова система. Нерви, які йдуть від спинного й головного мозку, — це пучки нервових волокон, що вкриті сполучнотканинною оболонкою (іл. 100). Подібно до інших органів, нерви мають власні кровоносні судини, які їх живлять. Нерви, розгалужуючись, пронизують усі органи тіла.



Іл. 100. Будова нерва

Нерви, які складаються з дендритів — чутливих нервових волокон — називають *чутливими.* Нерви, які складаються з аксонів — рухових нервових волокон — називають *руховими*. Вони проводять імпульси лише в одному напрямку.

Але більшість нервів є *змішаними*, тобто вони містять як аксони, так і дендрити нервових клітин, тому й проводять нервові імпульси в обох напрямках. Кожен нерв поділяється на декілька гілок.

Рухові волокна нервів поділяють на скелетні та вегетативні. *Скелетні нервові волокна* належать до соматичної частини нервової системи. Вони закінчуються у скелетних м’язах і регулюють їх скорочення. *Вегетативні нервові волокна* закінчуються переважно у внутрішніх органах і передають збудження, що посилюють або послаблюють їхню діяльність.

Від головного мозку відходить 12 пар черепно-мозкових нервів, а від спинного — 31 пара спинномозкових нервів, які утворюють *шийне, плечове, поперекове, крижово-куприкове сплéтення* (іл. 99).

Сплéтення — з’єднання крупних нервів та їхніх гілок, які іннервують певну частину тіла. **Вузли** — це скупчення нервових клітин поза спинним і головним мозком. Вони оточені сполучнотканинною капсулою і розміщені на нервах та їхніх стінках (наприклад, вузол заднього корінця спинного мозку) або поблизу внутрішніх органів.

Нервові закінчення — це кінцеві ділянки нервових волокон, які контактують з нейронами або тканинами органів. За функціональним значенням нервові закінчення поділяють на три види: *чутливі, рухові* та *міжнейронні* (синаптичні). *Чутливі нервові закінчення (рецептори)* — кінцеві розгалуження дендритів чутливих нейронів, які сприймають подразнення різної природи й

перетворюють їх на нервові імпульси. *Рухові нервові закінчення* є кінцевими розгалуженнями рухових нейронів у м’язовій тканині або в залозах. Через них нервові імпульси передаються на робочі органи. *Міжнейронні нервові закінчення* утворюються кінцевими розгалуженнями аксона або дендритів, які за допомогою синапсів з’єднуються в рефлекторні дуги.

Центральна нервова система: головний мозок, спинний мозок. Сіра речовина. Біла речовина. Периферична нервова система: нерви, нервові вузли, сплетення, нервові закінчення. Соматична нервова система. Вегетативна нервова система

Мозкова рідина — ліквор (спільна для спинного і головного мозку) утворюється з плазми крові в судинних сплетіннях щілин мозку. Мозкова рідина створює відносно постійний внутрішньочерепний тиск, бере участь в обміні речовин і виконує захисну функцію. У нормі мозкова рідина прозора, містить незначну кількість білка й поодинокі лімфоцити. На основі її аналізу здійснюють діагностику складних захворювань.

1. Схарактеризуйте будову центральної нервової системи. **2.** Що спільного в будові спинного та головного мозку? **3.** У чому полягають функції оболонок мозку? **4.** Що належить до периферичної нервової системи? Схарактеризуйте будову та функції її структур.

5. Чим зумовлена різноманітність нервових закінчень? Відповідь обґрунтуйте. **6.** До XVII ст. нерви вважали порожніми трубками, по яких рухаються гази, що збуджують м’язи. На зміну цим уявленням прийшло вчення про життєві рідини, які, вливаючись у м’язи, змішуються з рідинами, що є в них, і спричиняють їх скорочення. Яка з теорій, на вашу думку, ближча до істини? Чому?

§ 36. Спинний мозок

Пригадайте, чому нервову систему хребетних називають трубчастою. Діяльність якої частини нервової системи забезпечує рухи?

Будова спинного мозку. Спинний мозок людини — це довгий циліндричний дещо сплющений тяж (завдовжки близько 40–45 см, діаметр якого близько 1 см, маса — близько 30 г), що міститься в кістковому хребетному каналі. Спинний мозок укритий трьома оболонками, які захищають і живлять його (іл. 101 а). Він має сегментарну будову, починається біля основи черепа від головного мозку й закінчується в поперековому відділі хребта конічним звуженням. Від звуження донизу відходить кінцева нитка, сформована зі сполучної тканини й оточена довгими волокнами нижніх сегментів мозку, що утворюють «кінський хвіст».

Відповідно до кількості хребців у спинному мозку є 31 сегмент (іл. 101 б). Від кожного сегмента відходить пара спинномозкових нервів. Сегменти спинного мозку об’єднані у відділи: *шийний, грудний, поперековий, крижовий* і *куприковий.* Верхню частину тіла і верхні кінцівки іннервують 8 пар шийних і 12 пар грудних нервів, а нижню частину тіла і нижні кінцівки — 5 пар попере-



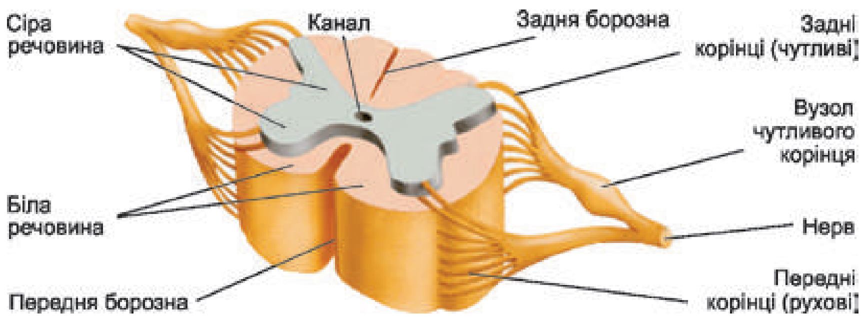
Іл. 101. Будова спинного мозку: а — оболонки; б — відділи

ків, 5 пар крижових та пара куприкових спинномозкових нервів.

Спинний мозок має *два потовщення* (шийне й поперекове), що відповідають місцям виходу нервів до верхніх і нижніх кінцівок. Глибокі поздовжні *борозни* ділять його на праву й ліву частини. У центрі міститься *канал*, заповнений спинномозковою рідиною. Навколо каналу розміщена сіра речовина, утворена тілами вставних (97 %) і рухових (3 %) нейронів та їх дендритами. У поперечному розрізі вона має форму крил метелика, що летить (іл. 102). Навколо сірої речовини розташована біла речовина.

Ззаду в спинний мозок входять аксони чутливих нейронів, які передають збудження від рецепторів. Вони утворюють *задні корінці* спинного мозку. Ці корінці мають потовщення — *вузли*, у яких містяться тіла чутливих нейронів.

Тіла рухових нейронів зосереджені в передній частині сірої речовини. Від них відходять аксони, що утворюють *передні корінці* спинного мозку. По цих корінцях збудження передається до робочого органа. Передній і задній корінці, сполучаючись у міжхребцевому отворі, з кожного боку утворюють змішаний спинномозковий *нерв*, у якому містяться чутливі та рухові волокна.



Іл. 102. Будова спинного мозку

Лабораторне дослідження

Тема. **Вивчення будови спинного мозку людини** (за муляжами, моделями, пластинчастими препаратами).

Мета: з'ясувати особливості будови спинного мозку; навчитися розрізняти його складові на моделях, муляжах, пластинчастих препаратах.

Обладнання та матеріали: розбірні моделі та муляжі спинного мозку людини, пластинчасті препарати спинного мозку людини.

Хід дослідження

1. Розгляньте муляж або модель спинного мозку людини. Визначте відділи спинного мозку та з'ясуйте особливості їх розташування у хребетному каналі.
2. Знайдіть оболонки, якими вкритий спинний мозок, борозни, спинномозковий канал та передні й задні корінці спинномозкових нервів. Що свідчить про сегментарну будову спинного мозку?
3. На пластинчастих препаратах розгляньте розміщення сірої та білої речовин у спинному мозку. З'ясуйте, яке співвідношення сірої та білої речовин у різних відділах спинного мозку. З чим це пов'язано?
4. Зробіть висновок: які особливості будови спинного мозку зумовлюють його функції?

Функції спинного мозку. Завдяки спинному мозку здійснюється нервова регуляція рухової активності людини. Різноманітні рухи людини — це рухові рефлекси, що притаманні опорно-руховій системі. Їх забезпечує **рефлекторна функція** спинного мозку, яка і полягає в здійсненні рухових рефлексів.

Вам уже відомо, що рефлекторна дуга будь-якого рефлексу включає ділянку центральної нервової системи, у якій містяться *нервові центри* певних рефлексів. Зокрема, у здійсненні рухового рефлексу бере участь руховий центр. Рухові центри регуляції діяльності більшості м'язів тіла розміщені в спинному мозку. Через них проходить значна кількість рефлекторних дуг, завдяки яким регулюється робота скелетних м'язів. Зокрема, рухові центри лівої чи правої частин кожного сегмента іннервують відповідні м'язи та ділянки шкіри, забезпечуючи підтримання постави, ходіння, жестикуляцію тощо. Прикладами простих рухових рефлексів, що проходять через спинний мозок, є згинання та розгинання кінцівок, відсмикування руки, колінний рефлекс. *Пригадайте будову рефлекторної дуги колінного рефлексу.*

Вставні нейрони, що входять до складних рефлекторних дуг, можуть передавати збудження і на протилежний бік (правий чи лівий) спинного мозку. Цим вони забезпечують узгоджену роботу правої та лівої кінцівок у разі подразнення однієї з них. Вставні нейрони також з'єднують між собою сусідні сегменти спинного мозку, завдяки чому збудження може поширюватися на ці сегменти. Тому до рефлекторної відповіді причетна не лише подразнена кінцівка. У ній беруть участь й інші частини тіла.

У спинному мозку містяться також рефлекторні центри потовиділення, розширення зіниць, руху діафрагми. У крижовому відділі розміщуються центри сечовипускання, дефекації та статевої функції.

Провідникова функція спинного мозку полягає в забезпеченні зв'язку й узгодженні роботи всіх відділів центральної нервової системи за допомогою провідних шляхів, які формуються волокнами білої речовини. Вони сполучають спинний мозок з головним, а також окремі сегменти спинного мозку між собою. Розрізняють *висхідні* (чутливі) та *низхідні* (рухові) *провідні шляхи*. По висхідних провідних шляхах збудження передається до головного мозку, а по низхідних — від головного мозку до робочих органів. Завдяки провідниковій функції головний мозок контролює здійснення більш складних рефлексів спинного мозку, таких як координована ходьба та виконання виробничих операцій.

Будова спинного мозку. Відділи спинного мозку. Спинномозкові нерви. Функції спинного мозку: рефлекторна, провідникова. Рухові центри спинного мозку. Провідні шляхи

Ходьбу людини забезпечує згинально-розгинальний рефлекс. Він виявляється в тому, що на нозі, яка згинається і робить крок уперед, відбувається скорочення м'язів-згиначів і розслаблення м'язів-розгиначів, а на протилежній, яка є опорною, — навпаки. Це пояснюється тим, що під час збудження центру м'язів-згиначів однієї кінцівки відбувається одночасне гальмування центру м'язів-розгиначів тієї ж кінцівки, і навпаки, — одночасне збудження центру м'язів-розгиначів і гальмування центру м'язів-згиначів протилежної кінцівки. Такі процеси зумовлені розгалуженням нервового волокна чутливого нейрона у спинному мозку й утворенням його закінченнями як збуджувальних, так і гальмівних синапсів з багатьма нейронами. *Поміркуйте, яку будову мала б рефлекторна дуга цього рефлексу.*

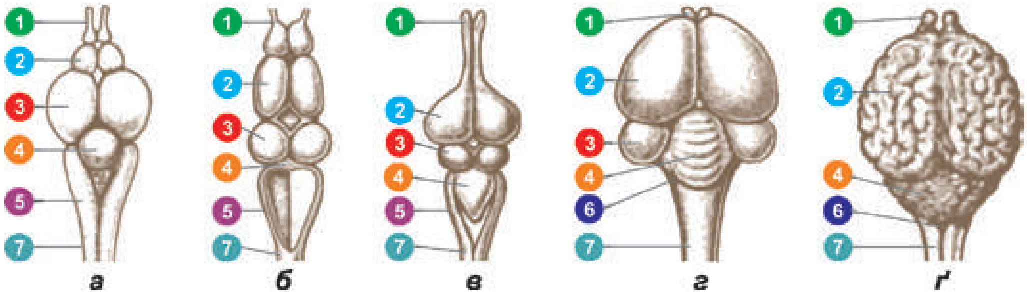
В ембріона спинний мозок доходить до кінця хребтового каналу. З розвитком організму спинний мозок росте повільніше, ніж хребет. Коли ріст людини припиняється, спинний мозок закінчується на рівні 1-го поперекового хребця. Але спинномозкові нерви виходять через ті самі міжхребцеві отвори, які збігалися з межами сегментів спинного мозку в ембріона. Тому нервові корінці, перш ніж вийти з хребтового каналу, ідуть донизу, доки не досягають відповідного міжхребцевого отвору. Нижче 1-го поперекового хребця, де власне спинний мозок уже відсутній, нерви, що йдуть донизу, формують пучок, який називають «кінський хвіст» (іл. 101 б). *З чим пов'язана така назва?*

1. Схарактеризуйте особливості будови спинного мозку. **2.** Де розміщені тіла нейронів (чутливих, вставних і рухових), що беруть участь у спинномозкових рефлексах? **3.** Що таке рухові центри? **4.** Наведіть приклади реалізації рефлекторної функції спинного мозку. **5.** У чому полягає провідникова функція спинного мозку? Яке її значення?

6. Чому, коли болить спина, рухи стають обмеженими? **7.** Параліч — хвороба, що позбавляє певний орган здатності нормально діяти; за такого стану людина не може рухатися, розмовляти тощо. Параліч може настати з причини ушкодження як спинного, так і головного мозку. Поясніть, які зміни в регуляції рухової активності відбуваються у випадку ушкодження спинного мозку.

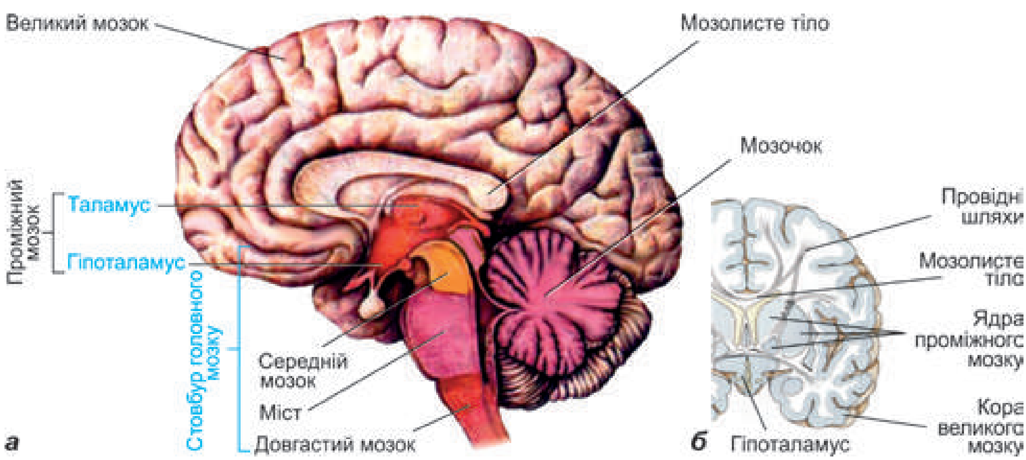
§ 37. Головний мозок. Будова та функції заднього і середнього мозку

Як ускладнювалася будова головного мозку хребетних тварин (іл. 103)?



Іл. 103. Будова головного мозку:
а — риб; б — земноводних; в — плазунів; г — птахів; ґ — ссавців; 1 — нюхові частки; 2 — великі півкулі; 3— зорові частки; 4 — мозочок; 5 — довгастий мозок; 6 — проміжний мозок; 7— спинний мозок

Загальна характеристика головного мозку. Головний мозок — вищий відділ центральної нервової системи людини, де відбуваються найскладніші процеси аналізу й синтезу інформації, яка надходить від органів чуття (іл. 104 а). Він міститься в порожнині черепа й займає близько 95 % об'єму. Через великі потиличні отвори головний мозок з'єднується зі спинним мозком. Маса мозку новонародженого 330–400 г, а до 20 років вона сягає максимуму. У дорослих маса головного мозку може значно різнитися (1 100–2 200 г), але рівень розумових здібностей від маси головного мозку не залежить. *Поміркуйте чому.*



Іл. 104. Головний мозок: а — загальний план будови; б — сіра та біла речовини

Вам уже відомо, що головний мозок укритий такими самими оболонками, що й спинний. Вони утворюють єдиний покрив центральної нерво-

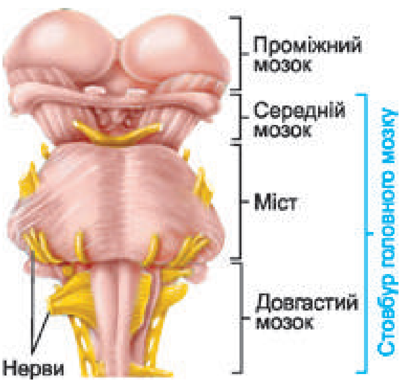
вої системи. У центральному каналі головного мозку, який продовжує канал спинного мозку, міститься черепно-мозкова рідина (за складом і функціями така сама, як і спинномозкова). Ця рідина разом із кров'ю забезпечує обмін речовин нейронів. У головному мозку, як і в спинному, є *біла* й *сіра речовини*. *Пригадайте, з чого вони складаються.*

Сіра речовина утворює кору великого мозку й мозочка; крім того, у вигляді окремих скупчень нейронів (ядер) вона міститься всередині білої речовини. Біла речовина утворює провідні шляхи, які зв'язують відділи головного мозку між собою та зі спинним мозком (іл. 104 б).

Головний мозок прийнято поділяти на три відділи (іл. 104 а): задній мозок (*довгастий мозок, міст і мозочок*), середній мозок, передній мозок (*проміжний мозок і великий, або кінцевий, мозок*).

Від головного мозку відходять 12 пар черепно-мозкових нервів, що регулюють діяльність м'язів голови та шиї, багатьох внутрішніх органів і сприймають інформацію від органів чуття. Серед них є *чутливі*, *рухові* та *змішані*. Найдовший з нервів — *блукаючий*, гілки якого є в багатьох ділянках тіла.

Будова та функції стовбура головного мозку. *Довгастий мозок*, *міст* і *середній мозок* утворюють **стовбур головного мозку** (іл. 105). Усім частинам стовбура мозку притаманні рефлекторна й провідникова функції, що зумовлено особливостями їхньої будови.



Іл. 105. Стовбур головного мозку та проміжний мозок

Довгастий мозок (завдовжки 2,5–3 см) є продовженням спинного мозку та має чітко виражену сегментарну будову. Його сіра речовина розташована так, як у спинному мозку, й також має відокремлені ядра, розділені білою речовиною, що утворює провідні шляхи спинного та головного мозку. Ядра, що містяться всередині білої речовини довгастого мозку, є центрами важливих фізіологічних функцій — дихання, кровообігу, серцебиття, травлення, а також безумовних рефлексів (*чхання, кашлю, жування, ковтання* тощо).

Міст лежить вище від довгастого мозку і зв'язує його із середнім. Це потовщений валик зі значною кількістю поперечно розташованих волокон, які утворюють його білу речовину. Через міст проходять провідні шляхи, що несуть імпульси у висхідному та низхідному напрямках. Сіра речовина моста утворює ядра в товщі білої речовини. Міст регулює рефлекторну діяльність органів смаку та слуху, слинних і сльозових залоз, окорухових, жувальних та мімічних м'язів обличчя.

Середній мозок зв'язує міст і проміжний мозок. Він складається з ніжок мозку та чотиригорбкового тіла, у якому містяться первинні центри зору та слуху. Вони забезпечують виникнення орієнтувальних рефлексів, що проявляються у повороті голови й концентрації уваги у відповідь на певне подразнення. Ці рефлекси дають можливість організмові швидко реагувати на подразнення та діяти відповідно до ситуації. У ядрах ніжок середнього мозку є центри, які регулюють тонус м'язів, координують складні рухи. Середній мозок, діючи разом з довгастим мозком і мостом, забезпечує рефлекси пози й випрямні рефлекси, які зумовлюють стояння та ходіння.

Будова та функції мозочка. **Мозочок** розташований позаду довгастого мозку (іл. 104 а). Він складається із двох півкуль, зв'язаних між собою утвором, який називають *черв'яком*.

Вам уже відомо, що поверхня півкуль укрита корою із сірої речовини, під якою міститься біла речовина. У товщі мозочка сіра речовина утворює ядра всередині білої речовини. Вона в розрізі має вигляд дрібних листочків рослини і нагадує дерево, через що в давнину мозочок називали «деревом життя». З рецепторами та робочими органами безпосереднього зв'язку мозочок не має. Він зв'язаний провідними шляхами (чутливими й руховими) зі спинним, довгастим і середнім мозком, а через міст — з корою великого мозку.

По провідних шляхах у мозочок надходить інформація від м'язів, сухожилків, суглобів, вестибулярного апарату органа слуху, рухових центрів кори головного мозку. Тут вона обробляється (часто під контролем великого мозку) й передається низхідними шляхами до рухових нейронів спинного мозку. Ця інформація зумовлює важливу роль мозочка в координації рухів, регулюванні рівноваги тіла та підтриманні тонусу м'язів. Ушкодження мозочка призводить до порушення координації, рівноваги, плавності рухів та мови тощо.

Лабораторне дослідження

Тема. **Вивчення будови головного мозку людини** (за муляжами, моделями, пластинчастими препаратами).

Мета: з'ясувати особливості будови заднього та середнього відділів головного мозку; навчитися розрізняти їх на моделях, муляжах, пластинчастих препаратах.

Обладнання та матеріали: розбірні моделі та муляжі головного мозку людини, пластинчасті препарати мозку людини.

Хід дослідження

1. Розгляньте розбірну модель головного мозку людини. Розділіть її на дві частини. На одній з частин моделі визначте основні відділи головного мозку.
2. Знайдіть довгастий мозок, міст, мозочок та середній мозок. Які складові утворюють стовбур головного мозку?
3. На пластинчастих препаратах розгляньте розміщення сірої та білої речовин у певних частинах стовбура мозку та мозочка. Чим воно зумовлене?
4. Зробіть висновок: у чому полягає зв'язок будови певних частин головного мозку з виконуваними ними функціями?

Відділи головного мозку: задній, середній і передній. Стовбур головного мозку: довгастий мозок, міст, середній мозок. Мозочок

Маса головного мозку в чоловіків становить у середньому 1 375 г, у жінок — 1 275 г. На поведінку й розумові здібності цей показник не впливає. Так, наприклад, маса мозку видатних людей була різна: Івана Тургенєва — 2 012 г, Дмитра Менделєєва — 1 751 г, Альберта Ейнштейна — 1 230 г, Йоганна Вольфганга Гете — 1 210 г. *Чи залежить талановитість людини від маси мозку? Чому?*

1. З яких відділів складається головний мозок? **2.** Що утворює стовбур головного мозку? **3.** Схарактеризуйте будову та функції: а) довгастого мозку; б) моста; в) середнього мозку; г) мозочка. **4.** У чому полягають рефлекторні та провідникові функції стовбура головного мозку? Наведіть приклади для кожного відділу.

5. За іл. 103, 104 порівняйте будову головного мозку хребетних тварин і людини. Які відділи головного мозку краще розвинені у представників різних класів? **6.** Які особливості будови головного мозку людини свідчать про більш складну організацію людини як біологічної істоти? **7.** Який відділ мозку задіяний під час орієнтувального рефлексу, коли ви різко повертаєте голову на стук книжки, що впала на підлогу?

8. Простежте координацію роботи м’язів, яка здійснюється під контролем мозочка, під час виконання пальценосової мозочкової проби. Для цього заплющте очі, простягніть уперед руку з витягнутим указівним пальцем і його кінчиком доторкніться до кінчика носа. Поміркуйте й висловте припущення, як мозочок контролює точність руху пальця. **9.** Відстежте рефлекси середнього мозку, завдяки яким підтримується рівновага тіла. Станьте у нестійку позу так, щоб одна стопа торкалася носком до п’ятки іншої стопи. Стопи мають перебувати на одній прямій. Руки складіть у «замок», лікті стуліть. Виконайте аналогічні дії із заплющеними очима. Що ви робите для підтримання рівноваги? Як можна пояснити відмінність у виконанні вправи із заплющеними й розплющеними очима?

§ 38. Головний мозок. Будова та функції переднього мозку

Що спільного в будові мозочка і великого мозку людини? Чим відрізняються рухи людини від рухів тварин?

Будова й функції проміжного мозку. Особлива складова мозку, над якою міститься великий мозок, називають **проміжним мозком**. Він має складнішу будову, ніж стовбур головного мозку. Головними частинами проміжного мозку є *таламус* та *гіпоталамус* (іл. 104 а).

Таламус (зорові горби) — це парний орган яйцеподібної форми, який бічною поверхнею зростається з півкулями великого мозку. Він містить численні ядра сірої речовини, які займають основну масу проміжного мозку та мають зв’язки з ядрами інших відділів та корою великого мозку. Основна функція зорових горбів — проведення чутливих імпульсів від рецепторів усіх органів чуття (за винятком нюхових) до кори великого мозку. У цій частині проміжного мозку сигнали аналізуються і сортуються: окремі з них гальмуються,

інші — пропускаються, деякі — підсилюються. У таламусі містяться центри больової чутливості.

Гіпоталамус (підгорбова ділянка) розташований унизу таламуса. У товщі білої речовини гіпоталамус містить значну кількість ядер сірої речовини, які є вищими центрами регуляції температури тіла, обміну речовин, діяльності серця, судин, травних залоз. Ядра гіпоталамуса, отримуючи інформацію від рецепторів кровоносних і лімфатичних судин, визначають характер та ступінь порушення гомеостазу й за допомогою нервових та гуморальних механізмів впливають на виправлення ситуації. Гіпоталамус бере участь у формуванні таких відчуттів, як голод, спрага, пристрасть і відповідної щодо їх задоволення пристосувальної поведінки.



Володимир Бец (1834–1894)

Гіпоталамус ніжкою зв'язаний з *гіпофізом* — залозою внутрішньої секреції. Гіпоталамус регулює діяльність гіпофіза, а через нього — й інших залоз внутрішньої секреції. Крім того, певні ядра гіпоталамуса здатні самостійно виробляти біологічно активні речовини і здійснювати гуморальну регуляцію функцій організму.

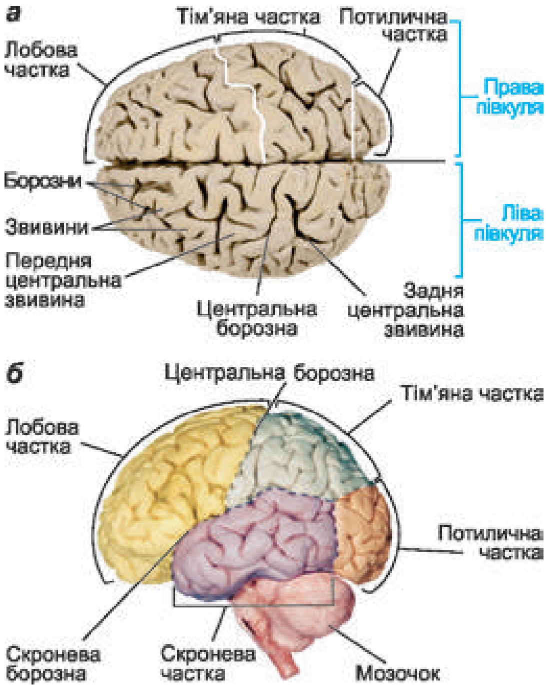
Будова великого мозку. Великий, або кінцевий, мозок (іл. 104 а) складається з двох *великих півкуль* (правої та лівої), з'єднаних мозолистим тілом, яке утворене з нервових волокон. Через мозолисте тіло широким трактом провідних шляхів здійснюється зв'язок між обома півкулями (іл. 104 б).

Півкулі вкриті *корою*, яка складається із сірої речовини. Від неї всередину мозку відходять відростки нейронів (біла речовина), які разом з нервовими волокнами, спрямованими до кори, утворюють низхідні та висхідні провідні шляхи основи півкуль, що з'єднують кору з усіма відділами нервової системи. Під корою великого мозку в білій речовині основи півкуль містяться скупчення нервових клітин — *підкіркові ядра* (вузли) сірої речовини. Вони передають імпульси від кори до проміжного мозку. Підкіркові ядра беруть участь у координації складної рухової активності (допоміжних рухів під час ходіння, мімічні рухи тощо), регуляції тонусу скелетних м'язів та здійснення орієнтувальних, захисних, харчових рефлексів, а також впливають на формування поведінки людини.

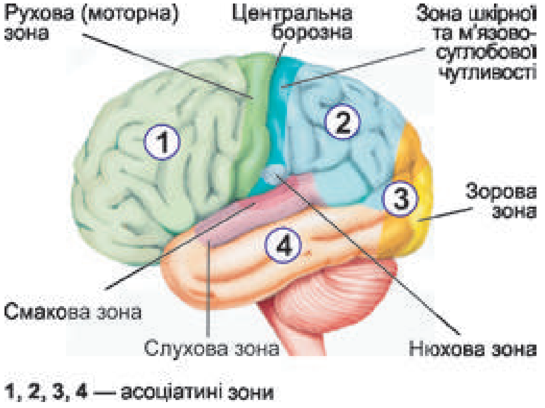
Мікроскопічну будову кори головного мозку вперше описав у 1874 р. український учений Володимир Бец.

Кора великого мозку має товщину 1,3–4,5 мм. Вважають, що вона містить понад 27 млрд нейронів, розташованих у 6 шарів. Площа поверхні кори становить 2 000–2 500 см^2. Вона має багато борозен і звивин. Найглибші борозни кори великого мозку (центральна, бічна та потилично-тім'яна) ділять кожну півкулю на чотири частки: лобову, тім'яну, скроневу й потиличну (іл. 106). Кожна частка має чималу кількість менших борозен, між якими розташовані звивини.

Кількість борозен та звивин у людей приблизно однакова, але рельєф, який вони утворюють, у кожної людини свій.



Іл. 106. Частки великого мозку:
а — вигляд згори; б — вигляд збоку



Іл. 107. Зони кори великого мозку

Функції кори головного мозку. Кора відповідає за сприйняття та аналіз усієї інформації (зорової, слухової, смакової, нюхової та дотикової), яка надходить у мозок, керує складними рухами. Кора — центр усіх вищих функцій організму (свідомого сприйняття сигналів із зовнішнього середовища, абстрактного мислення, пам'яті, інтелекту).

За функціями кору поділяють на специфічні **функціональні зони**: *чутливі* одержують імпульси від рецепторів й аналізують їх; *рухові* надсилають імпульси до робочих органів (м'язів); *асоціативні* поєднують діяльність рухових і чутливих зон та забезпечують взаємодію усіх відчуттів. У корі потиличної частки міститься чутлива *зорова зона*, у скроневій — *слухова зона*. Поблизу бокової борозни розміщена *смакова*, а біля основи півкуль — *нюхова зони* (іл. 107). Ураження цих чутливих зон спричиняє порушення роботи відповідних органів чуття. Позаду від центральної борозни в тім'яній частці розташована *зона шкірної* та *м'язово-суглобової чутливості*.

Спереду від центральної борозни в лобовій частці міститься *рухова* (моторна) *зона*, що забезпечує рух м'язів тіла (іл. 107). Нервові імпульси цієї зони зумовлюють скорочення певних груп м'язів і забезпечують чіткі рухові реакції.

Асоціативні зони охоплюють більшу частину кори (іл. 107). У них аналізується, зберігається і перетворюється інформація, отримана від чутливих зон.

Асоціативні зони допомагають координувати довільні рухи. З діяльністю цих зон пов'язані також і психічні функції: пам'ять, мова, мислення, свідомість і поведінка. Ділянки, що відповідають за мову, містяться в корі скроневої, лобової та тім'яної часток. Ураження їх спричиняє розлад мови.

Загалом, кора функціонує як єдине ціле. Вона є матеріальною основою психічної діяльності людини.

Лабораторне дослідження

Тема. **Вивчення будови головного мозку людини** *(продовження)*.

Мета: з'ясувати особливості будови переднього відділу головного мозку.

Обладнання та матеріали: розбірні моделі та муляжі головного мозку людини, пластинчасті препарати мозку людини.

Хід дослідження

1. Розділіть модель головного мозку людини на дві частини. Знайдіть праву й ліву великі півкулі, мозолисте тіло, яке їх з'єднує та проміжний мозок.
2. Розгляньте великі півкулі головного мозку, борозни та звивини кори півкуль. Визначте розташування великих борозен — центральної, бічної, потилично-тім'яної.
3. Знайдіть частки великого мозку (лобову, тім'яну, скроневу, потиличну), на які його поділяють найглибші борозни. Як впливає на площу кори великого мозку наявність борозен та звивин?
4. Визначте функціональні чутливі зони кори — зорову, слухову, нюхову, шкірної та м'язово-суглобової чутливості.
5. На пластинчастих препаратах розгляньте розміщення сірої та білої речовин у певних частинах великих півкуль кінцевого мозку. Чим воно зумовлене?

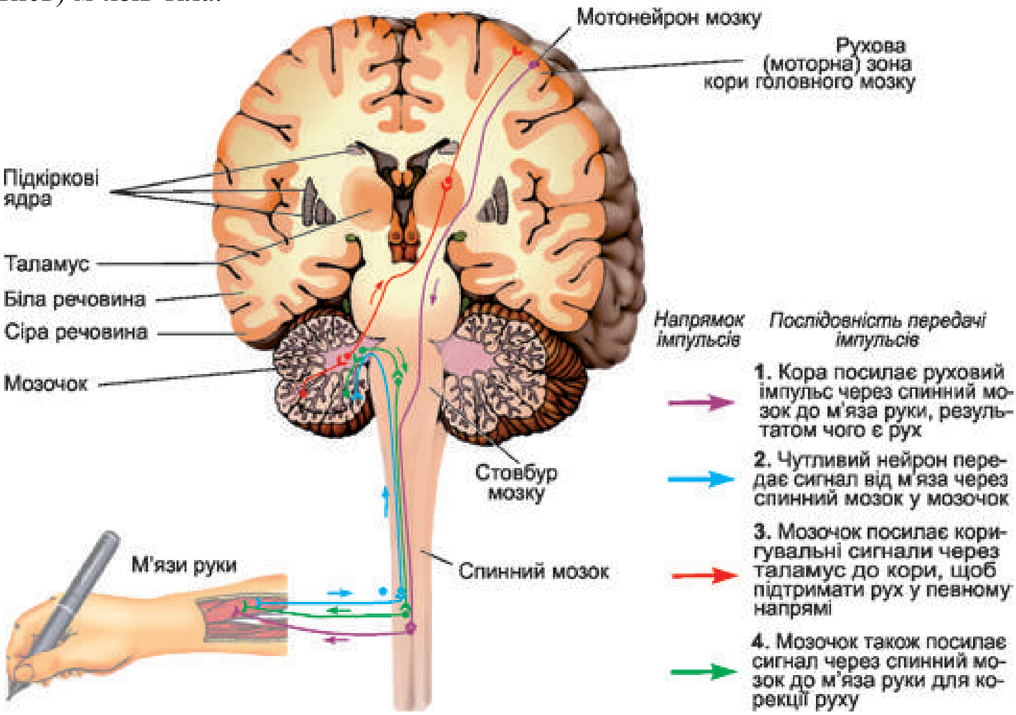
Зробіть висновок: у чому полягає зв'язок будови великих півкуль головного мозку з виконуваними ними функціями?

Роль кори головного мозку в регуляції довільних рухів людини. Усі рухи людини поділяють на рефлекторні й довільні. Вам уже відомо, що рефлекторні рухові реакції виникають у відповідь на подразнення і відбуваються за участі спинного мозку та стовбура головного мозку. Довільні рухи здійснюються свідомо, цілеспрямовано; їх виконують за участі різних відділів центральної нервової системи та обов'язково кори великого мозку (іл. 108).

Рухова зона кори може збуджуватися імпульсами, що надходять до неї від органів чутливими шляхами через спинний мозок, стовбур мозку, мозочок і таламус. Збудження в руховій зоні можуть виникати й під впливом свідомої думки чи наміру. Імпульси передаються руховим нейронам (мотонейронам) цієї зони кори головного мозку, аксони яких пучками прямують донизу та сполучаються з руховими нейронами ядер черепно-мозкових або спинномозкових нервів. Нерви надсилають сигнали до груп м'язів, скорочення яких спричиняють або координують складні й точні довільні рухи. Тривалі рухи постійно коригуються нервовими імпульсами з мозочка.

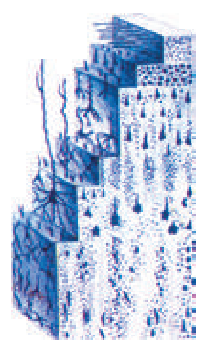
Кіркові центри м'язів кінцівок, тулуба та шиї розміщені в руховій зоні в такій послідовності: внизу містяться ділянки, що відповідають за рухи голови, тулуба, а у верхньому відділі — за нижні кінцівки.

Розміри збудженої ділянки рухової зони залежать не від маси м’язів, а від складності й точності рухів. Особливо велика площа ділянки, яка керує рухами кисті руки, язиком, мімічними м’язами. Поранення або інші ушкодження кори рухової зони призводять до паралічу (втрата здатності рухатись) м’язів тіла.



Іл. 108. Напрям і послідовність імпульсів під час довільних рухів кисті

Проміжний мозок: таламус, гіпоталамус. Великий (кінцевий) мозок. Півкулі і частки великого мозку. Кора головного мозку та її зони: чутливі, рухові, асоціативні. Довільні рухи



Нейрони всіх шести шарів кори головного мозку, розташованих один над одним, мають тісний зв’язок і функціонують як одне ціле. Кожний шар кори складений з нейронів певного виду. Лише зовнішній (на рисунку він верхній) утворений короткими відростками нервових клітин. Головна частина інформації надходить у кору до зірчастих і пірамідальних клітин 3-го та 4-го шарів. Нейрони кори взаємодіють так, що передача інформації в горизонтальному напрямку неефективна. Це пов’язано зі значною кількістю коротких аксонів. Вивчаючи анатомічні зв’язки між нейронами та їхню взаємодію, дослідники припустили, що кора у вертикальному напрямку поділена на певні стовпчики (колонки), які є певними функціональними одиницями.

Навколо верхньої частини стовбура головного мозку розміщена лімбічна система (від лат. *limbus* [лімбус] — кайма, облямівка). Вона утворює його край, або лімб. До цього функціонального об’єднання входять структури,

які є частинами кори головного мозку, що виникли найдавніше, тому її ще називають первісним, або емоційним, мозком. Лімбічна система визначає підсвідому (інстинктивну) поведінку, зокрема здобування їжі, захист, орієнтування, розмноження. Вона бере участь у регуляції психічної активності, формуванні мотивів, емоцій, пам'яті; визначає вплив настрою, а також внутрішніх змін в організмі на поведінку людини. Сприймання запаху, світла, формування пам'яті теж перебувають під впливом лімбічної системи.

1. З яких частин складається проміжний мозок? Які їхні функції? **2.** Схарактеризуйте будову кори головного мозку людини. **3.** Назвіть основні частки та функціональні зони кори великого мозку. **4.** Поясніть роль борозен та звивин кори головного мозку. **5.** Розкрийте роль кори великого мозку в забезпеченні довільних рухів.

6. Відомо, що працюють лише близько 4 % клітин головного мозку, інші перебувають у резерві. Щогодини гине понад тисячу нейронів. Як ви вважаєте, чому? Чи можна зупинити цей процес? **7.** Поясніть вислів Мішеля де Монтеня: «Мозок, що добре влаштований, вартий більшого, ніж мозок, який добре наповнений».

8. Доведіть, що головний мозок регулює роботу центрів спинного мозку. Під час досліду необхідно нагинатися вперед, не згинаючи ніг у колінах. Що спостерігаєте? Відтворіть та обґрунтуйте ланцюг дій щодо підтримки рівноваги тіла головним мозком.

§ 39. Вегетативна нервова система

Чи знаєте ви людей, які можуть керувати своїм диханням, кровообігом, обміном речовин?

Як вам уже відомо, за функціональними особливостями нервову систему поділяють на дві частини — *соматичну* та *вегетативну*. *Пригадайте, що таке соматична нервова система.*

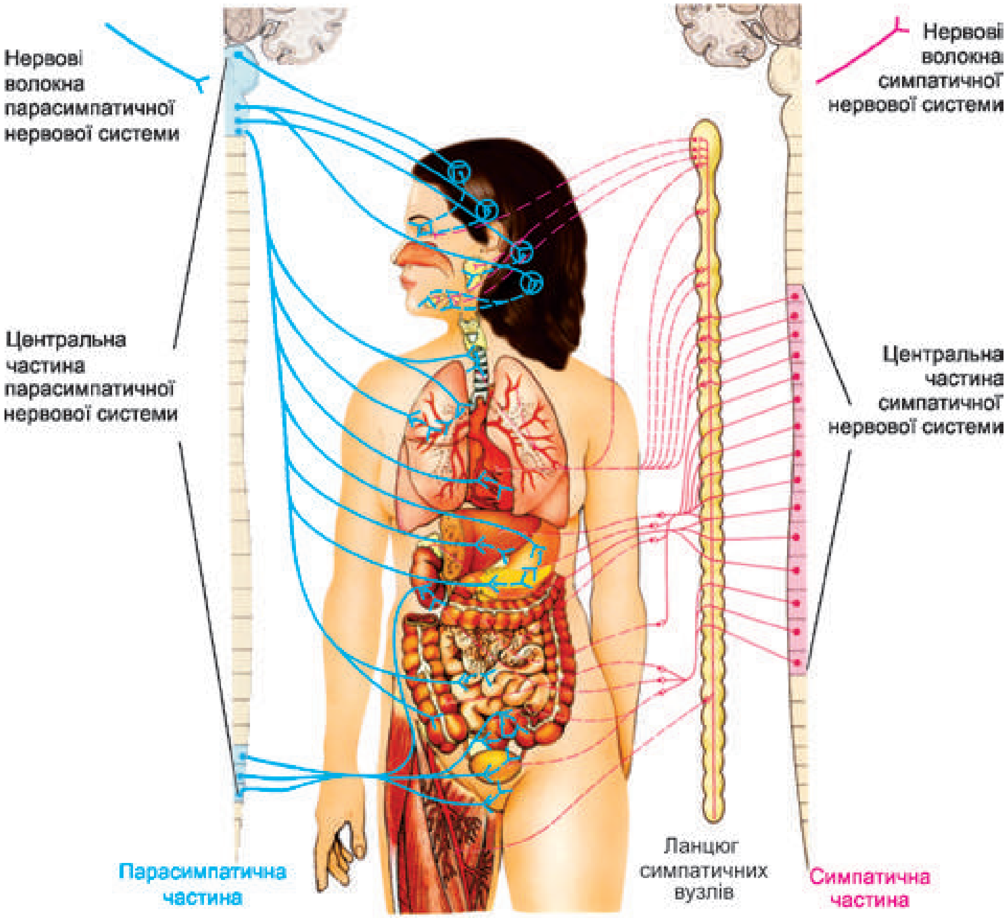
Будова та функції вегетативної нервової системи. Вегетативна нервова система — частина нервової системи людини, яка керує роботою внутрішніх органів, впливає на обмін речовин і ріст (іл. 109). Вона регулює функції організму автономно, на які майже не можна довільно впливати (підсилювати або послаблювати), наприклад, процеси травлення, дихання, робота залоз зовнішньої та внутрішньої секреції тощо.

Вегетативна нервова система, як і соматична, має центральні та периферичні частини. Центри (*ядра*) вегетативної нервової системи розміщені в різних відділах центральної нервової системи: середньому і довгастому відділах головного мозку, грудинно-поперековому та крижовому сегментах спинного мозку. Периферична частина включає нерви, вузли та сплетення, що відходять від цих центрів.

Вегетативна нервова система сприймає подразнення, які передаються до її центрів по чутливих нервах, які є спільними для вегетативної та соматичної нервової системи. Рухові нервові волокна вегетативної нервової системи тонкі, діаметр їх — 2–7 мкм; збудження до органів-виконавців вони несуть зі швидкістю 10 м/с, що в 10 разів менше за швидкість у соматичних волокнах.

Ці волокна, на відміну від соматичних, складаються не з одного, а з двох послідовно з’єднаних нейронів. Тіло першого нейрона, як і рухового, міститься в сірій речовині центральної нервової системи, а другого — у нервових вузлах периферичної нервової системи.

Вегетативна нервова система має два відділи: *симпатичний* і *парасимпатичний*, які діють протилежно: підвищена активність одного з них зумовлює гальмування іншого (іл. 109).



Іл. 109. Вегетативна нервова система людини

Роль вегетативної нервової системи в роботі внутрішніх органів людини. Симпатична нервова система посилює діяльність органа в умовах, які потребують мобілізації фізичних сил. Вона проявляє свою дію в надзвичайних ситуаціях за значного фізичного та емоційного напруження. Результат цієї дії — зростання забезпеченості органів, що працюють, киснем і поживними речовинами. Центральна частина симпатичного відділу міститься в сірій речовині спинного мозку — шийного, усіх грудних і кількох верхніх

поперекових сегментах. Периферична частина симпатичного відділу включає нервові волокна й симпатичні вузли.

Нервові волокна виходять з нервових центрів у складі передніх корінців спинномозкових нервів, а у вузлах утворюють синапси з нейронами, які прямо пов'язані з органами. Нервові вузли розташовані з обох боків хребта. Частина з них утворює два ланцюги, з'єднані один з одним, а частина — нервові спле́тення (іл. 109).

Парасимпатична нервова система забезпечує відновлення ресурсів, витрачених під час роботи, і регулює нормальну життєдіяльність людського організму в стані спокою та під час сну. Центральна частина парасимпатичного відділу міститься в ядрах сірої речовини довгастого й середнього відділів стовбура головного мозку та у 2–4 сегментах куприкового відділу спинного мозку. Периферична частина парасимпатичного відділу включає нервові волокна кількох черепно-мозкових (зокрема, блукаючого) та спинномозкових (куприкових сегментів) нервів. Їхні нервові вузли розміщені в стінках внутрішніх органів або поблизу них.

Більшість внутрішніх органів мають подвійну іннервацію — у них наявні нервові волокна як симпатичного, так і парасимпатичного відділів. Ці волокна здійснюють на органи взаємопротилежний вплив, завдяки чому забезпечується пристосованість організму до мінливих умов існування (див. *табл. 6)*. Так, під час роботи чи фізичного навантаження зростає частота дихання і серцебиття, розширюються кровоносні судини серця і головного мозку, що сприяє забезпеченню їх киснем. Сповільнення при цьому рухової активності органів травлення забезпечує краще засвоєння вже розщеплених поживних речовин.

Рівень активності вегетативної нервової системи залежить від фізичного та психо-емоційного напруження. Узгодження діяльності симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи забезпечують центри підкіркових структур головного мозку. Регуляцію функцій цілісної вегетативної нервової системи здійснює кора великого мозку.

Таблиця 6

Вплив вегетативної нервової системи на діяльність організму

Органи або функції	**Відділ вегетативної нервової системи**	
	Симпатичний	***Парасимпатичний***
Серце	Прискорює і підсилює скорочення	Уповільнює і послаблює скорочення
Кровоносні судини черевних органів	Звужує	Не впливає або розширює (у певних органах)
Кровоносні судини серця і головного мозку	Розширює	Звужує
Кров'яний тиск	Підвищує	Знижує

Легені, бронхи	Розширює бронхи, легені, збільшує частоту дихальних рухів	Звужує бронхи, легені, зменшує частоту дихальних рухів
Залози: слинні, травні, шлунку та кишечнику	Зменшує виділення слини й травного соку	Збільшує виділення слини й травного соку
Рухова активність шлунку та кишечнику	Зменшує	Збільшує
Печінка	Викликає розщеплення глікогену до глюкози	Викликає синтез глікогену з глюкози
Жовчний міхур	Викликає розслаблення	Викликає скорочення
Обмін речовин	Підсилює	Зменшує
Зіниці ока	Розширює	Звужує
Шкіра	Посилює потовиділення, спричинює виникнення «гусячої шкіри»	Не діє

Вегетативна нервова система: симпатична, парасимпатична. Регуляція роботи внутрішніх органів

1. У чому доцільність розподілу функцій між соматичною та вегетативною нервовими системами? **2.** Схарактеризуйте симпатичну та парасимпатичну частини вегетативної нервової системи за такими ознаками: центральна частина, периферична частина, контроль функцій. **3.** Як впливає симпатична нервова система на серце й шлунок? **4.** Як парасимпатична нервова система змінює кров'яний тиск?

5. Чим зумовлена взаємна протилежність симпатичних та парасимпатичних впливів на певні органи? **6.** Наведіть приклади того, як рівень активності вегетативної нервової системи залежить від фізичного та психо-емоційного напруження. **7.** Поясніть вислів Гіппократа «Людське тіло є лікарем своїх недуг». **8.** Чому в метеозалежних людей у відповідь на зміни погоди реагують різні системи органів?

9. Доведіть роль вегетативної нервової системи у регуляції роботи внутрішніх органів залежно від фізичного навантаження. Виміряйте артеріальний тиск, ЧСС та частоту дихання у стані спокою та після 20 присідань. Як змінились величини після навантаження та відпочинку? Чим це зумовлено? Який показник швидше повертається до норми: кров'яний тиск, частота дихання чи серцебиття? Поясніть чому.

§ 40. Захворювання нервової системи та їх профілактика

На які системи органів впливають шкідливі звички? Що вам відомо про захворювання, яких можна уникнути завдяки щепленню?

Чинники, які порушують роботу нервової системи. Причинами порушень нервової системи можуть бути різноманітні зовнішні та внутрішні чинники. *Зовнішні чинники* — це травми (удари та поранення), ураження електричним струмом, надмірне перегрівання або переохолодження організму, інфекції та отрути, а також перевтома й шкідливі звички. *Внутрішні чинники* —

це розлади кровопостачання ділянки нервової системи та пов'язані з ними кисневе й білкове «голодування», дефіцит вітамінів, запальні процеси тощо.

Порушення нервової системи зумовлюють розвиток різних захворювань. Так, причинами недостатнього кровопостачання головного мозку може бути перевтома, різкий біль під час травми, сильні хвилювання. Цей стан може спричинити *зомління* — короткочасну непритомність. Причинами кисневого й білкового «голодування» є малорухливий спосіб життя, порушення режиму праці й відпочинку, недостатнє перебування на свіжому повітрі, отруєння. Цей стан часто супроводжується головним болем.

Негативно впливають на нервову систему куріння, уживання алкоголю, наркозалежність. *Нікотин* спричиняє кисневе голодування головного мозку, внаслідок чого він надто збуджується і швидко виснажується. Під впливом нікотину звужуються і стають ламкими судини мозку, це спричиняє крововиливи у мозок, паралічі. *Алкоголь* призводить до виснаження всіх нервових клітин. Він порушує процеси збудження і гальмування в нервовій системі, внаслідок чого знижуються різні види чутливості, уповільнюються рефлекси, порушується координація. *Наркотики* на фоні наркотичного сп'яніння спочатку зумовлюють розлад психічних функцій (забуття тощо), згодом — до порушення регуляції усіх процесів життєдіяльності й погіршення загального фізичного стану. Шкідливі звички особливо небезпечні в підлітковому віці, коли нервова система й весь організм інтенсивно ростуть і розвиваються, потребуючи багато кисню та поживних речовин.

Захворювання нервової системи. Зовнішні та внутрішні чинники порушень нервової системи можуть спричинити структурні й функціональні зміни в спинному та головному мозку й периферичних нервах й призвести до певних захворювань. Так, унаслідок ураження мієлінової оболонки нервового волокна розвивається ***розсіяний склероз***. Ознаками цього захворювання можуть бути оніміння, слабкість і спазми у м'язах, біль під час рухів, порушення координації та рівноваги, проблеми з ковтанням, зором, мовленням. Доволі поширеним захворюванням нервової системи є ***епілепсія***, головним симптомом якої є епілептичний напад, що супроводжується втратою свідомості та судомами. Епілептичні напади виникають у результаті надмірної електричної активності групи нейронів головного мозку.

Небезпечними для людини є група захворювань нервової системи, що пов'язана з будь-якими порушеннями у *судинах, які забезпечують живлення мозку*. Періодичними розладами кровопостачання головного мозку характеризується таке захворювання, як ***мігрень***. Ознаками хвороби є сильний головний біль, запаморочення, нудота. Захворюванням нервової системи, що зумовлене крововиливом у головному мозку, є ***інсульт***. Він спричиняє руйнування нейронів певної ділянки мозку. Уражені клітини нездатні регулювати роботу

відповідних частин тіла, що призводить до тимчасової чи стійкої втрати їхньої функції. Крововилив порушує нормальну роботу головного мозку, стискаючи його тканини. У людей літнього віку інсульти зумовлені переважно атеросклерозом з утворення кров'яного згустку (тромбу) або гіпертонічною хворобою. У молодих людей інсульти виникають внаслідок крововиливу, спричиненого вродженими вадами артерій.

Особливу групу захворювань становлять *травматичні ураження нервової системи*. До цієї групи відносять струс мозку, защемлення або розрив окремих нервів і нервових стовбурів. Параліч різних частин тіла виникає внаслідок ушкодження рухових ділянок головного мозку або нервових шляхів спинного мозку.

Окрему групу захворювань становлять *отруєння нервової системи*. Від отруєння страждає весь організм. Однак, різний ступінь пригнічення рефлексів спричиняють деякі речовини, які переважно впливають на нервову систему. Це — алкоголь, наркотики, солі Плюмбуму, солі Меркурію, високі дози певних антибіотиків. Нервова система дуже чутлива до отрут деяких рослин (дурман, цикута, олеандр, беладона), грибів (бліда поганка, мухомор), змій (ефа, кобра), павуків (каракурт, тарантул).

Велику групу захворювань нервової системи становлять *інфекційні захворювання*, які виникають найчастіше (див. *табл. 7*).

Таблиця 7

Інфекційні захворювання нервової системи

Хвороба та її збудники	Шляхи зараження	Ознаки хвороби	Профілактичні заходи
Менінгіт — запалення мозкових оболонок *Збудники:* бактерії, віруси, одноклітинні тварини; найчастіше — бактерія менінгокок	Повітряно-крапельно від хворої людини; цьому сприяє переохолодження голови й усього тіла	Запаморочення; головний біль; дрібний висип на тілі (можна виявити протягом 1–3 год); почервоніння горла й мигдаликів; непритомність, марення, судоми	Дотримання правил особистої гігієни, ізоляція від хворих менінгітом, щеплення від збудників менінгіту
Енцефаліт — запалення головного мозку *Збудник:* вірус енцефаліту	Укуси кліщів, комарів; уживання сирого молока та молочних продуктів інфікованих кіз; ускладнення інфекційних хвороб (кір, вітряна віспа)	Стійкі порушення роботи нервової системи, зумовлені руйнуванням нейронів мозку; розростанням сполучної тканини з утворенням у мозку порожнин, рубців тощо	Захист від укусів кліщів і комарів, відмова від уживання сирого молока та молочних продуктів кіз, ретельне лікування інфекційних захворювань

Поліомієліт — гостре захворювання центральної та периферичної нервової системи *Збудник:* вірус поліомієліту	Здебільшого передається від людини до людини через фекалії та слину, через заражену воду або продукти харчування	Першими ознаками є: лихоманка, утома, головний біль, блювота, підвищення тонусу м'язів шиї та біль у кінцівках. За лічені години розвивається загальний параліч	Своєчасне щеплення дітей (особливо у віці від 3 місяців до 5 років), відмова від уживання води та їжі за підозри на їх зараження
Сказ — гостре ураження центральної нервової системи *Збудник:* вірус сказу	Через укуси хворих диких (вовк, лисиця) або домашніх (кіт, собака) тварин; через потрапляння їх слини на свіжі поранення, подряпини шкіри або слизових оболонок	Різко підвищена чутливість до найменших подразнень органів чуття (яскраве світло, різні звуки), які викликають судоми м'язів кінцівок. Згодом хворі стають агресивними, буйними, з'являються галюцинації, марення, відчуття страху, пізніше — розвивається параліч.	Регулярне щеплення домашніх і свійських тварин; регулювання чисельності диких м'ясоїдних тварин, зокрема, лисиць; профілактичні щеплення осіб, діяльність яких пов'язана з ризиком зараження
Правець — гостре ураження спинного і довгастого мозку *Збудник:* бактерія (правцева паличка) та її спори	Через ушкоджену шкіру. Носіями є бактерії, людина, птахи й гризуни. З їх фекаліями збудник потрапляє у зовнішнє середовище (ґрунт, водойми), де існує тривалий час	Сильне напруження скелетної мускулатури: спочатку судоми охоплюють м'язи поблизу рани, пізніше — мімічні, згодом — усі м'язи тулуба та хворий вигинається дугою.	Своєчасне щеплення дітей та екстрене щеплення за умови поранення забрудненими предметами; дотримання правил техніки безпеки під час роботи в саду, на городі

Профілактика захворювань нервової системи. Профілактика порушень нервової системи, як і захворювань інших систем організму, полягає в усуненні причин, що їх викликають. Необхідно серйозно ставитись до лікування легких простудних та інфекційних захворювань, щоб уникнути ускладнень. *Якщо часто турбує сильний головний біль і втрата притомності, слід негайно звернутися до лікаря!*

Щоб унеможливити ймовірність виникнення якогось нервового захворювання, потрібно регулярно дотримувати правил гігієни нервової системи і всього організму. Так, для запобігання потраплянню збудників інфекційних захворювань (наприклад, правця, сказу) дуже важливою є чистота шкірних покривів та відсутність ран. Слід бути надзвичайно обережними в контактах із тваринами. Головною ознакою захворювання диких тварин на сказ є зміна

поведінки, насамперед втрата відчуття страху. Вони втрачають обережність і вдень з'являються у людних місцях, нападаючи на людей і тварин. Не можна нехтувати щепленням дітей, яке є головним і найдієвішим засобом запобігання більшості інфекційних захворювань нервової системи. Споживаючи їжу, п'ючи воду, слід бути особливо обережними, щоб уникнути зараження. Щоб запобігти ушкодженням нервової системи внаслідок отруєнь, не потрібно збирати сумнівні гриби й рослини, слід остерігатися укусів отруйних тварин.

Профілактика захворювань нервової системи полягає у веденні здорового способу життя: не курити, не вживати алкоголь і наркотики, займатися фізичною культурою, отримувати позитивні емоції. *Пригадайте правила дотримання режиму праці та відпочинку, про які ви дізналися з курсу «Основи здоров'я».* Підтримка працездатності на високому рівні та доброго здоров'я потребує правильного розподілу часу для праці й відпочинку, чергування пасивного та активного відпочинку на свіжому повітрі.

Чинники, які порушують роботу нервової системи. Профілактика захворювань нервової системи. Дотримання режиму праці й відпочинку

Вроджені захворювання нервової системи — це група захворювань, зумовлених порушенням спадкової інформації. Трапляються вроджені дефекти відділів головного мозку, аномалії об'єму головного мозку, який може бути патологічно маленьким або, навпаки, великим. Причини таких хвороб можуть бути різні: родові травми; алкогольний синдром у дітей, народжених від хворих на алкоголізм; інфекція, викликана в плода вірусом імунодефіциту або вірусом Зіка.

Рослини — «друзі» нервової системи. Броколі протидіє стресам. Брюссельська капуста сприяє правильному розвитку нервової системи та зменшенню ризику вроджених вад у дітей. Цвітна капуста допомагає виводити токсини з організму. Зелений горошок покращує розумову діяльність. Кукурудза захищає організм від розладів роботи нервової системи, пов'язаних зі старінням. Картопля та вишня знижують ризик тромбоутворення і запобігають інсультам. Слива усуває безсоння, покращує настрій. Мигдаль активізує пам'ять. Яблука знімають втому мозку.

1. Наведіть приклади зовнішніх і внутрішніх чинників, що порушують роботу нервової системи? **2.** Як впливають на нервову систему шкідливі звички? **3.** Які захворювання нервової системи належать до інфекційних? **4.** Схарактеризуйте головні засоби профілактики захворювань нервової системи. **5.** Як відбувається зараження сказом? **6.** Які тварини поширюють збудників правця?

7. Чим небезпечний поліомієліт? **8.** Сформулюйте поради для запобігання інсультам. **9.** Якого догляду потребують люди, що перенесли інсульт?

10. Як ви розумієте пораду Рене Декарта: «Піклуйтеся про своє тіло, якщо бажаєте, щоб ваш розум працював правильно»? **11.** Складіть пам'ятку-рекомендацію щодо поведінки під час відвідування місць, де можуть бути кліщі, з метою запобігання кліщовому енцефаліту. Поясніть її зміст.

Узагальнення

Нервова система забезпечує взаємозв'язок усіх органів організму між собою та його зв'язок з довкіллям. Структурною і функціональною одиницею нервової системи є нейрон, а основним механізмом її діяльності — рефлекс. Шлях, яким проходять нервові імпульси під час сприйняття і відповіді на подразнення, називають рефлекторною дугою, яка включає чутливий і руховий шляхи.

Нервову систему за будовою поділяють на центральну (головний і спинний мозок) і периферичну (нерви і нервові сплетення). За функціями нервову систему поділяють на соматичну і вегетативну.

Скупчення тіл нейронів у головному і спинному мозку утворюють сіру речовину, а сукупність їх відростків — білу речовину. Головний і спинний мозок виконують рефлекторні й провідникові функції. Рефлекторна функція спинного мозку полягає у здійсненні рухових рефлексів певною частиною тіла і зумовлена його сегментарною будовою. Провідникова функція спинного мозку забезпечує узгодження роботи всіх відділів центральної нервової системи.

У головному мозку виділяють відділи: задній, середній і передній. Частини заднього мозку (довгастий мозок, міст) і середній мозок утворюють стовбур головного мозку, що має сегментарну будову. Саме в довгастому мозку містяться центри регуляції життєво важливих фізіологічних функцій організму (дихання, серцебиття, виділення травних соків тощо). У середньому мозку містяться первинні центри зорової та слухової чутливості. Мозочок бере участь у координації рухів та регулюванні рівноваги тіла. Проміжний мозок містить вищі центри регуляції обміну речовин і здійснює проведення чутливих імпульсів від рецепторів усіх органів чуття до великого мозку. Кора півкуль великого мозку контролює функції всіх нижчих відділів нервової системи, керує складними довільними рухами, здійснює найвищий рівень аналізу всієї чутливої інформації.

Соматична нервова система регулює діяльність скелетних м'язів та органів чуття, а вегетативна, що має симпатичний і парасимпатичний відділи, — діяльність внутрішніх органів. Симпатична нервова система посилює діяльність органа в умовах, які потребують мобілізації фізичних сил, а парасимпатична — забезпечує відновлення ресурсів, витрачених під час роботи.

З метою профілактики порушень і багатьох захворювань нервової системи необхідно вести здоровий спосіб життя, правильно розподіляти час для праці й відпочинку, уникати шкідливих звичок.

Тема 8. ЗВ'ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ

Життя — це лише зв'язок між організмом і зовнішнім середовищем.
Клод Бернар, французький фізіолог XIX ст.

§ 41. Загальна характеристика сенсорних систем. Будова аналізаторів

Пригадайте, які органи чуття є у тварин. Яке значення вони мають?

Роль сенсорних систем у забезпеченні зв'язку організму із зовнішнім середовищем. Як відомо, для будь-якого організму, а отже, й людського, характерна подразливість. Ця властивість забезпечує йому різноманітні чуття (зір, слух, смак, нюх, дотик), завдяки яким людина сприймає явища навколишнього світу.

СЕНСОРНІ СИСТЕМИ (від лат. *sensus* [сенсус] — відчуття), або **АНАЛІЗАТОРИ** — особливі чутливі системи, які сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану організму й забезпечують зв'язок організму з довкіллям.

РЕЦЕПТОРИ (від лат. *receptor* [рецептор] — той, що сприймає) — спеціальні нервові структури, що перетворюють різні види енергії (світлову, механічну, теплову, хімічну) на нервовий імпульс.

ОРГАНИ ЧУТТЯ́ — периферичні частини аналізаторів; містять спеціалізовані рецептори, призначені для сприйняття певного виду подразнень.

Для того щоб зберегти цілісність структури й хімічну сталість свого внутрішнього середовища, організм людини за допомогою нервової системи отримує інформацію про стан навколишнього середовища та визначає доцільність своїх пристосувальних реакцій до його змін. Ця інформація надходить в організм у вигляді особливих сигналів, що відображають зміни фізико-хімічного стану зовнішнього та внутрішнього середовищ. Таким універсальним сигналом є імпульс.

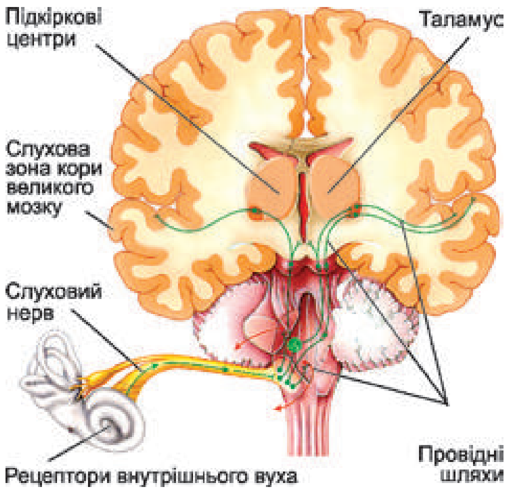
Усі сигнали, як зазначалось у попередній темі, так чи інакше спрямовуються в головний мозок, а чутлива функція мозку полягає у визначенні певної сигнальної значимості всіх стимулів (подразнень) на основі аналізу їх характеристик. Ця інформація сприймається особливими фізіологічними структурами, які отримали назву **чутливих,** або **сенсо́рних, систем**. Ці системи пов'язують периферичні органи, які сприймають подразнення і перетворюють їх на сигнали, з головним мозком. Тут сигнали аналізуються і забезпечують формування образів про навколишній світ і відповідну поведінкову реакцію.

Інформаційна функція чутливої системи полягає в аналізі впливів зовнішнього середовища. Тому Іван Павлов назвав нервові утворення, які виконують зазначену функцію, **аналізаторами** (1909 р.). Він також виявив, що аналіз інформації, отриманої ззовні, здійснюється в корі великих півкуль головного мозку.

Будова аналізаторів (сенсорних систем). Згідно з дослідженнями Івана Павлова, кожний аналізатор складається з трьох частин: *периферичної* (представлена певними видами рецепторів); *провідникової* (шлях, по якому передається збудження — периферичні нерви й волокна білої речовини спинного та

головного мозку); *центральної* (спеціальні чутливі зони кори великих півкуль головного мозку). *Пригадайте, які це зони і де вони розташовані (іл. 107)*.

Наприклад, до слухової сенсорної системи входять слухові рецептори внутрішнього вуха; слухові нерви і провідні шляхи стовбура й підкіркової частини головного мозку; слухова зона кори, що розташована у скроневій частці великого мозку (іл. 110).



Іл. 110. Будова слухової сенсорної системи

Кожна частина аналізатора відіграє важливу роль у забезпеченні нормальної чутливості організму, а отже, набуття життєвого досвіду. Тому ушкодження будь-якої частини аналізатора унеможливлює сприйняття певних подразнень. Наприклад, людина може втратити слух, якщо пошкодить слухові рецептори вуха, слуховий нерв або слухову зону кори великого мозку. Відсутність слуху негативно позначиться на якості життя такої людини.

Людина має п'ять основних сенсорних систем: *зорову, слухову, смакову, нюхову* та *дотикову*, за допомогою яких вона в основному сприймає довкілля. Крім того, людина відчуває температуру, зміну положення тіла в просторі, біль, спрагу, голод і низку змішаних відчуттів, які складно чітко визначити (у такому разі кажуть: *серце не на місці*, *душа болить* тощо).

Поняття про органи чуття. Як відомо, сигнали про зміни середовища, які зумовлюють виникнення збудження у нервових клітинах, називають *подразниками*. Нервові структури, що сприймають подразнення, називають **рецепторами**. Частина з них представлена простими *нервовими закінченнями чутливих нейронів*, які сприймають подразнення і по центральних відростках передають збудження на вищий рівень сенсорної системи. Таку будову мають рецептори шкіри та м'язів, зокрема рухового та больового аналізаторів. Інші рецептори — це *спеціалізовані видозмінені епітеліальні клітини*, які сприймають подразнення і передають збудження на чутливі нейрони. Такими є зорові, слухові, смакові, вестибулярні рецептори.

Рецептори розташовані в усіх органах і тканинах, але значна частина їх зосереджена в **органах чуття**: зору, *слуху, нюху, смаку* й *дотику*. В органах чуття рецептори перетворюють сигнали навколишнього середовища на нервові імпульси. Кожний тип рецепторів перетворює лише певне подразнення, наприклад, рецептори ока — світло, рецептори вуха — звук тощо. У будь-якій

частині людського тіла є кілька типів рецепторів, і тому за звичайних умов виникають комбінації відчуттів.

Загальні властивості сенсорних систем. Процес сприйняття та аналізу інформації з довкілля для кожної сенсорної системи має свою специфіку, але є спільні властивості, які об'єднують їх усіх. Розглянемо їх.

Аналізатори характеризуються *високою чутливістю до адекватного їм подразника* (на сприйнятті якого спеціалізуються аналізатори: зоровий сприймає світло, слуховий — звук тощо). Наприклад, щоб виникло збудження рецепторів ока, достатньо надходження до нього 1–2-х квантів світла. Важливою загальною властивістю всіх сенсорних систем є *адаптація* — здатність сенсорних систем пристосовувати рівень своєї чутливості до інтенсивності подразника. Зокрема, за високої інтенсивності подразника чутливість організму до нього знижується і навпаки. Вам добре відомі пристосування зору до темряви або слуху до шуму. Наприклад, коли людина заходить у темну кімнату, спочатку вона нічого не бачить і лише за певний час починає розрізняти контури предметів.

Аналізатори під впливом багаторазових вправ здатні підвищувати свої можливості, тобто *«тренуватися»*. Не дивно, що тренується слух у музикантів, дотик — у фахівців з мануальної медицини, відчуття смаку та запахів — у дегустаторів. Зважте, ви теж можете тренувати свої органи чуття, варто лише регулярно вправлятися.

Діяльність аналізаторів координує мозок — за ушкодження одного з аналізаторів його функція може заміщуватися роботою інших аналізаторів. Так, за допомогою слуху чи дотику теж можна створити уявлення про загальний вигляд предметів. Відомо, що в незрячих людей надзвичайно розвинені слух і дотик, що дає їм можливість досягнути неабияких творчих успіхів.

Сенсорна система. Частини аналізатора: периферична, провідникова, центральна. Рецептор. Орган чуття

Робота рецепторів полягає у виробленні біоелектричного струму. З курсу фізики вам відомо, що струм — упорядкований рух заряджених частинок, якими в організмі є йони. А на уроках хімії ви дізналися, як вони утворюються. У мембранах рецепторів під впливом подразнення виникає напруга. У результаті цього виникає йонний струм, який передається як нервовий імпульс.

1. Через які системи здійснюється зв'язок організму з довкіллям? Яке значення має цей зв'язок? **2.** Що є спільним, а що відмінним у будові всіх аналізаторів? **3.** Чим зумовлена різноманітність рецепторів? **4.** Що таке органи чуття? Назвіть органи чуття людини. **5.** Що таке адаптація сенсорних систем та яке її значення?

6. Прокоментуйте висловлювання Клода Бернара, винесене як епіграф до теми. **7.** Поясніть вислів Дені Дідро: «Наші відчуття — це клавіші, по яких б'є довкілля». **8.** Чи можна вважати, що складніші рецептори виконують складнішу роботу? Чому? **9.** Німецький композитор Людвіг ван Бетховен після цілковитої втрати слуху написав ще такі геніальні твори, як Симфонія № 9 й «Урочиста меса». Він «слухав» свою гру на роялі за допомогою

тростини, один кінець якої тримав у зубах, а іншим торкався рояля. Поясніть, чому композиторові вдавалося «почути» мелодію.



10. Проаналізуйте, які подразники впливали на вас протягом дня. Чому саме вони найбільше запам'ятались? **11.** Чи однаково реагують люди на ті самі подразники? Чому?

§ 42. Зорова сенсорна система. Око

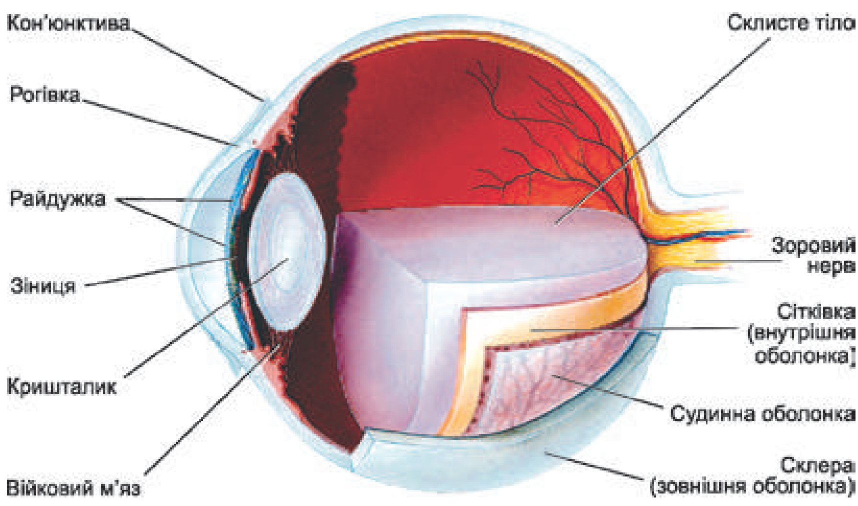
Чи можна стверджувати, що око — зорова сенсорна система?

Значення зорової сенсорної системи та її будова. *Зір* — це здатність бачити форму, розміри та колір навколишніх предметів, їх взаємне розташування, визначати відстань до них. За допомогою зору людина сприймає й розрізняє букви, цифри, малюнки тощо. У пізнанні зовнішнього світу зір має першочергове значення. Близько 90 % усієї інформації про навколишній світ людина отримує завдяки зору.

Зорове сприйняття можливе завдяки функціонуванню **зорового аналізатора** (зорової сенсорної системи). Він, як і кожний аналізатор, складається з трьох частин: *периферичної, провідникової* та *центральної.* Периферичною частиною зорового аналізатора є орган зору — *око.* Провідникова його частина представлена *зоровим нервом*. Центральна частина зорового аналізатора — *зорова зона* — міститься в корі потиличних часток головного мозку.

Будова ока. Око — парний орган, який міститься в очній ямці черепа. Воно складається з двох частин: *очного яблука* та *допоміжного апарату*.

Очне яблуко має кулясту форму (іл. 111). У ньому розрізняють три оболонки: зовнішню білкову — *склеру,* середню — *судинну,* внутрішню — *сітківку.* Склера — міцна сполучнотканинна оболонка, яка вкриває все очне яблуко, надає форми та захищає його від механічних та хімічних впливів. Передню прозору частину склери називають *рогівкою.* Вона пропускає і заломлює промені світла.



Іл. 111. Будова очного яблука

Судинна оболонка пронизана сіткою кровоносних судин, які забезпечують живлення тканин ока. Спереду, навпроти рогівки, судинна оболонка переходить у *райдужну оболонку,* або *райдужку*. Вона може бути синьою, сірою або карою, залежно від числа та розташування в ній пігментних клітин. Саме ця оболонка визначає колір очей. У центрі райдужки міститься круглий отвір — *зіниця*, яка виконує роль діафрагми. Вона рефлекторно регулює ширину пучка променів, що надходять усередину ока: за яскравого освітлення зіниця звужується, а за слабкого — розширюється. М'яз, що звужує зіницю, іннервується парасимпатичними нервами, а м'яз, що розширює зіницю, — симпатичними нервами.

Сітківка — найтонша, майже прозора, світлосприймальна оболонка очного яблука. У ній містяться світлочутливі клітини — **фоторецептори**. *Колбочки* — рецептори денного зору. Вони сприймають яскраве світло й кольори. *Палички* — рецептори присмеркового зору. Вони збуджуються, коли діє слабке світло. У сітківці енергія світлових променів, що потрапили всередину очного яблука, перетворюється у нервовий імпульс. Тут здійснюється первинна обробка зорового сигналу.

Оптична система ока. Позаду райдужки міститься прозорий кришталик, який має форму збиральної лінзи. Кришталик є еластичним, він може змінювати свою форму залежно від ступеню скорочення *війкового м'яза*, що огортає його. Простір усередині очного яблука позаду кришталика заповнений прозорою драглистою речовиною — *склистим тілом*, яке допомагає підтримувати кулясту форму ока в певному об'ємі та пропускає світлові промені на сітківку. Рогівка, кришталик та склисте тіло утворюють *оптичну систему ока*. Світлові промені від предметів, потрапивши в око, Заломлюються, проходять через усі структурні елементи оптичної системи й забезпечують зображення цих предметів на сітківці.



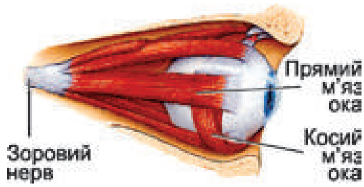
Іл. 112. Допоміжний апарат ока (захисні структури)

Допоміжний апарат ока утворюють брови, повіки, вії, слізні залози та очні м'язи (іл. 112, 113). *Брови* перешкоджають стіканню поту з чола в очі. *Повіки* і *вії* захищають очі від вітру, пилу та яскравих променів. Внутрішня частина повік та склера вкриті тонкою захисною слизовою оболонкою — кон'юнктивою.

Сльози, що виробляються слізною залозою, завдяки морганню повік зволожують, дезінфікують та очищають око. Слізна залоза міститься у верхньому зовнішньому куті над оком. Надлишок слізної рідини збира-

ється в слізному мішечку, звідки носослізною протокою надходить до носової порожнини (іл. 112), а з неї — назовні.

Рух очного яблука забезпечується скороченням *очних м'язів* (іл. 113). Вони кріпляться одним кінцем до стінки очної ямки черепа, а другим — до очного яблука.



Іл. 113. М'язи ока

Зорова сенсорна система. Око. Оболонки ока: склера, судинна оболонка, сітківка. Рогівка. Райдужка. Кришталик. Допоміжний апарат ока

Американський біохімік Вільям Фрей досліджував сльози. Він установив, що «емоційні» сльози містять більше білка, ніж сльози рефлекторні. Емоційні сльози можуть виникати не лише за певних емоційних станів, а й за ушкодження нервів, що відповідають за появу рефлекторних сліз. Згідно з уявленнями Вільяма Фрея, сльози видаляють з організму токсичні речовини, які утворюються під час стресових ситуацій. Сльози певною мірою урівноважують гарне самопочуття людини. Діти, які через хворобу позбавлені здатності виділяти сльози під час плачу, мають дуже низьку опірність до емоційних стресів.

Науковці Великої Британії, США, Японії створили штучну сітківку ока й успішно її імплантують. Британські вчені вирощують у лабораторних умовах очне яблуко. Японські медики використали стовбурову клітину, вилучену з рогівки ока, щоб виростити нову рогівку й інші компоненти ока. *Який вплив на розвиток медицини мають ці наукові досягнення?*

1. Із чого складається зорова сенсорна система? **2.** Які оболонки має око людини? **3.** Як пов'язані будова та функції оболонок ока? **4.** Яке значення має зіниця? **5.** Схарактеризуйте будову та функції кришталика. **6.** У чому полягають функції допоміжного апарату ока?

7. Чому склера очного яблука має неоднорідну будову? **8.** Чи може око обійтись без слізної залози? Чому? **9.** Поясніть, чим подібні око та фотоапарат.

10. Розгляньте свої очі. Якого кольору в них райдужна оболонка? Чим зумовлене її забарвлення? З'ясуйте за додатковими джерелами інформації, що впливає на різноманітність забарвлення очей. Висловте своє ставлення до використання з косметичною метою кольорових оптичних лінз.

11. Висловте аргументовану думку (з точки зору фізіології) щодо моди на вузькі брови або на заміну їх татуажем, що є доволі популярним серед сучасних дівчат.

§ 43. Сприйняття зоровою сенсорною системою світла, кольору, простору

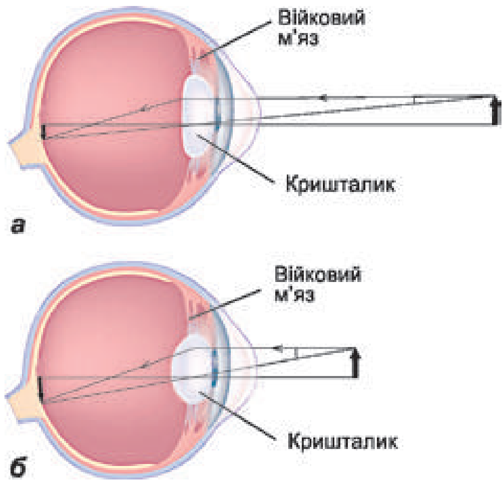
Як у людини формується повне уявлення про певний об'єкт: наприклад, грушу? Як ми визначаємо її розміри та форму?

Роль кришталика в сприйнятті предметів довкілля. Проходячи крізь оптичну систему ока, промені від предметів заломлюються. У людей з нормальним зором заломлені промені потрапляють точно на сітківку й утворюють на ній чітке зображення предметів. Воно є зменшеним, дійсним й оберненим (іл. 114). Реальне зображення предметів формується в зорових центрах кори

головного мозку на основі комплексу відчуттів, що виникають в інших аналізаторах.

Точне зображення предметів на сітківці досягається зміною кривини кришталика — *акомодацією*. Промені від предмета, розташованого далеко від ока, йдуть майже паралельно (іл. 114 а) і потрапляють на сітківку за мінімального заломлення. Промені від близького предмета падають на кришталик розбіжно (іл. 114 б). Для їх збирання на сітківці необхідно заломити їх сильніше, збільшивши кривину кришталика. Коли погляд переводиться з далеко розташованих предметів на близько розташовані, війковий м’яз скорочується і кришталик стає більш опуклим. За віддалення предмета від ока напруження війкового м’яза зменшується, кривина кришталика також зменшуються. Зображення формується на сітківці. Отже, одночасно бачити з однаковою чіткістю близько і далеко розташовані предмети неможливо. У кожний момент часу кришталик ока пристосовується або до ближнього, або до дальнього бачення.

АКОМОДАЦІЯ (від лат. *accomodatio* [акомодаціо] — пристосування) — здатність ока пристосовуватися до чіткого бачення предметів, що перебувають на різній відстані.



Іл. 114. Акомодація ока:
а — для віддалених предметів;
б — для близько розташованих предметів

Найменшу відстань, з якої зображення сприймається оком найчіткіше, називають *відстанню найкращого зору*. Норма її становить 25 см. З віком кришталик утрачає еластичність, і акомодаційна здатність ока зменшується.

Лабораторне дослідження

Тема. **Визначення акомодації ока.**

Мета: дослідити пристосувальні властивості ока до сприйняття предметів на різних відстанях; з’ясувати значення акомодації для цілісного сприйняття довкілля.

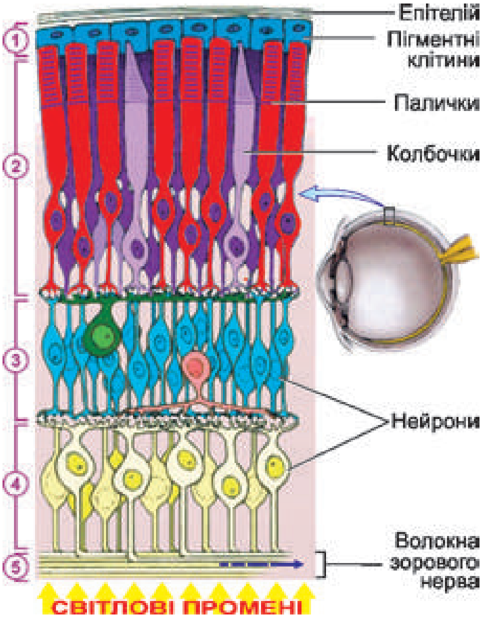
Матеріали: аркуш паперу з отвором діаметром 4–5 см і літерами різних розмірів навколо нього.

Хід дослідження

1. Візьміть аркуш паперу з отвором і тримайте його на відстані 15–20 см від очей.
2. Прочитайте напис на дошці через отвір у папері одним оком, прикривши інше. Якими здаються літери навколо отвору на папері?
3. Переведіть погляд на літери, написані навколо отвору на аркуші паперу. Яким ви бачите напис на дошці? Чому?
4. Чому одночасно чітко бачити предмети, розташовані далеко й близько, неможливо?
5. Зробіть висновок: яке значення акомодації для цілісного сприйняття довкілля?

Роль сітківки у сприйнятті світла, кольору та простору. Заломлюючись в оптичній системі ока, світлові промені потрапляють на сітківку, яка складається з чотирьох шарів клітин (іл. 115).

Зовнішній шар (1) утворений епітеліальними клітинами, які містять чорний пігмент. Він поглинає світлові промені, сприяючи чіткішому зображенню предметів. Далі містяться фоторецептори — *колбочки* й *палички* (2), у яких за подразнення виникає нервовий імпульс. Вони з'єднуються з *нейронами* третього (3) й четвертого (4) шарів, аксони якого утворюють *зоровий нерв* (5). По ньому нервовий імпульс передається до *зорової зони* кори великого мозку. Місце виходу зорового нерва із сітківки називають *сліпою плямою*, оскільки воно позбавлене фоторецепторів і не може сприймати світло. *Переконатись у наявності сліпої плями на сітківці ока ви зможете, виконавши лабораторне дослідження.*



Іл. 115. Будова сітківки ока

Лабораторне дослідження

Тема. **Виявлення сліпої плями на сітківці ока.**

Мета: переконатись у наявності сліпої плями на сітківці ока; з'ясувати та обґрунтувати її біологічне значення.

Матеріали: картка для виявлення сліпої плями на сітківці ока.

Хід дослідження

1. Затуліть ліве око рукою або аркушем щільного паперу та помістіть картку на відстані 15 см від очей.
2. Дивіться правим оком лише на хрестик, зображений на картці, і повільно то наближайте її до себе, то віддаляйте, доки не зникне один із 3-х кружечків.
3. Повторіть дослід, затуливши праве око й фіксуючи погляд на великому кружечку. Зображення якої фігури зникне з поля зору?
4. Чому за потрапляння променів на сліпу пляму сітківки ока зображення не сприймається?
5. Зробіть висновок: у чому полягає біологічне значення сліпої плями ока?

Сітківка ока людини містить близько 130 млн паличок і 7 млн колбочок. Розташовані вони нерівномірно. У центрі сітківки містяться переважно колбочки. Це місце називають *жовтою плямою*. Для нього характерне найкраще бачення. Колбочки збуджуються, якщо світло яскраве, до слабкого освітлення вони малочутливі. Колбочки сприймають колір й деталі пред-

метів. Палички розташовані по периферії сітківки. Вони дуже чутливі до світла і тому збуджуються навіть за поганого освітлення (сутінкового). Палички не сприймають кольорів. За їхнього збудження виникає чорно-біле відчуття, за якого розрізняється лише форма і розмір предмета.

Отже, подразнення фоторецепторів світловими променями спричиняє перетворення енергії світла на *нервовий імпульс*, який по ланцюгу нейронів, а далі по *зоровому нерву* спрямовується до *потиличної частки кори* великого мозку. Тут одержана інформація «розшифровується», і виникають відповідні зорові відчуття.

У сітківці ока людини є три типи колбочок. Колбочки першого типу реагують переважно на *червоний* колір, другого — на *зелений,* третього — на *синій*. Ці кольори називають основними. Найбільш чутливе око до червоного кольору, менше — до зеленого, а найменше — до синього. При збудженні різних типів колбочок виникає відчуття певних кольорів. Первинне їх розрізнення відбувається в сітківці, а остаточний колір формується в зорових центрах кори головного мозку. Якщо всі три типи колбочок збуджуються водночас і з однаковою силою, виникає відчуття білого кольору. Оптичне змішування основних кольорів формує всі інші кольори та їх відтінки.

У здорової людини зір *бінокулярний,* тобто здійснюється двома очима з єдиним зоровим сприйняттям. При цьому простір, що сприймається одним оком, частково перекривається з таким самим простором іншого ока завдяки різниці кутів, під якими розглядається той самий предмет. Якщо зображення на сітківках обох очей виникають в однакових місцях, зоровий центр перетворює їх на одне і сприймає їх як віддалені на значну відстань предмети. Зображення від близьких предметів, на які наведено погляд, подвоюються. Саме завдяки ступеню подвоєння зоровий центр забезпечує оцінку відстані до предметів та їх розташування у просторі.

NB **Акомодація. Сліпа пляма. Жовта пляма. Фоторецептори. Колбочки. Палички. Сприйняття світла, кольору, простору**

ЕРУДИТ ONLINE

У фоторецепторах містяться світлочутливі речовини: у паличках — пігмент пурпурового кольору — *родопсин*; у колбочках — пігмент фіолетового кольору — *йодопсин*. Ці речовини перебувають у фоторецепторах у неактивній формі. Під впливом енергії світла вони активізуються, збуджують фоторецептори та спричиняють виникнення нервових імпульсів. Активна форма зорових пігментів є нестійкою і розкладається на білок *опсин* і *вітамін А*. Відновлення пігментів відбувається шляхом нового з'єднання цих речовин. Саме тому вітамін *А* відіграє таку важливу роль для зору. Його нестача спричиняє значне погіршення сутінкового зору, так звану *курячу сліпоту.*

Механізм бінокулярного зору — це рефлекторне злиття зображення, що виникає внаслідок одночасного збудження фоторецепторів обох очей. Для сфокусування погляду на предметі необхідне сходження осей зору лівого і правого ока на ньому. Це досягається шляхом обертання очних яблук, яке здійснюється при скороченні очних м'язів. Якщо звести осі зору на близький предмет, то далекий при цьому буде роздвоюватися.

1. Як утворюється зображення предметів у оці? **2.** Що таке акомодація та яке її значення? **3.** Де на сітківці розташовані колбочки, а де палички? Які функції вони виконують? **4.** Охарактеризуйте механізми сприйняття: а) світла; б) простору. **5.** Що таке жовта пляма? **6.** Чим утворена сліпа пляма?

7. Чому людина моргає? **8.** Чому учасникам арктичної експедиції або альпіністам, які піднімаються високо в гори, обов'язково слід носити темні окуляри? **9.** Яким бачать світ новонароджені? Відповідь обґрунтуйте.

10. Зверніть увагу, як пофарбовані стіни в класі, шкільні меблі. Це переважно світлі (бежеві, салатові) відтінки. Чому віддають перевагу саме таким кольорам? **11.** Якщо натиснути на очне яблуко, то може з'явитися відчуття світла. Чим це пояснюють?

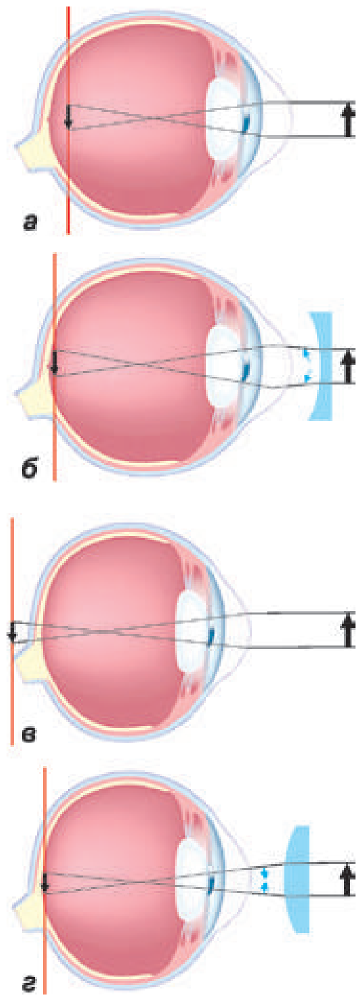
§ 44. Захист зору

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я» правила гігієни органів зору.

Найпоширеніші порушення зору. Недотримання вимог гігієни призводить до порушень зору — *короткозорості* й *далекозорості*. За короткозорості та далекозорості промені світла не фокусуються на світлочутливому шарі сітківки. Коли кришталик занадто заломлює промені або око має видовжену форму, людина погано бачить далекі предмети — вона *короткозора*. ***Короткозорість*** буває вродженою і набутою. За вродженої короткозорості очне яблуко має видовжену форму, і тому зображення предметів, розташованих далеко від ока, виникає не на сітківці, а перед нею. Причиною набутої короткозорості є збільшення кривини кришталика як результат порушення гігієни зору. Дібрані окуляри з розсіювальними лінзами зменшують заломлення променів настільки, що чітке зображення предметів виникає точно на сітківці (іл. 116 а, б).

За *далекозорості* люди добре бачать далекі предмети та погано — близькі. ***Далекозорість*** теж буває вродженою і набутою. У людей із вродженою далекозорістю очне яблуко вкорочене, і тому зображення предметів, розташованих близько до очей, виникають за сітківкою.

Набута далекозорість виникає внаслідок зменшення кривини кришталика, що найчастіше відбувається з віком через втрату кришталиком



Іл. 116. Схема заломлення променів і корекції зору: а, б — короткозорість; в, г — далекозорість

еластичності. Дібрані окуляри зі збиральними лінзами збільшують заломлення променів, і зображення близького об'єкта потрапляє на сітківку (іл. 116 в, г).

Крім короткозорості та далекозорості, ще є й такі хвороби зорового аналізатора, як астигматизм і косоокість. ***Астигматизм*** — це нерівномірне заломлення світла різними ділянками оптичної системи. Причини астигматизму — нерівномірна кривина рогівки, неправильна форма кришталика тощо. ***Косоокість*** — це відхилення лінії зору одного ока від спільної точки фіксації з порушенням бінокулярності зору. Причини косоокості — порушення іннервації (насиченості нервами) м'язів, що рухають око, зниження гостроти зору одного ока тощо. У дітей найчастіше спостерігається косоокість, коли око, що косить, рухається вслід за здоровим (кут між їхніми осями залишається постійним).

На відміну розглянутих порушень зору, є такі, які усунути або лікувати доволі важко. Ці порушення пов'язані з ушкодженням сітківки. ***Дальтонізм***, або *колірна сліпота*, — спадкова або набута особливість зору, що виражається в нездатності розрізняти один або декілька кольорів. Частіше трапляється спадковий дальтонізм. У цьому випадку уражаються обидва ока в людей, яким важко розрізняти червоні й зелені кольори, що спричиняє порушення колірної картини світу. Дальтонізм лікуванню не піддається, а тому дальтонікам не можна працювати на транспорті.

Профілактика порушень зору. До *причин*, *що викликають найпоширеніші порушення зору*, належать: недостатнє природне освітлення; недостатнє або надто яскраве освітлення робочого місця; невідповідність розміру меблів зросту людини; невідповідність конструкцій меблів гігієнічним вимогам; ослаблення організму через хвороби тощо. Тому забезпечення нормальних світлових умов тієї чи іншої діяльності людини — одне із завдань гігієни зору. Дотримання гігієни зору — важливий чинник збереження функцій ока та необхідна умова підтримання нормального стану центральної нервової системи.

Для забезпечення достатнього освітлення приміщень повинні бути великі вікна. Робочий стіл потрібно ставити ближче до вікна і так, щоб світло як з вікна, так і від настільної лампи падало ліворуч (для ліворуких дітей світло має падати праворуч). Дуже яскраве освітлення подразнює сітківку ока і призводить до швидкої втоми. Тому настільна лампа має бути захищена абажуром.

Шкідливо читати в транспорті, який рухається. Через поштовхи книга то віддаляється від очей, то наближається до них або зміщується вбік. При цьому кривина кришталика то збільшується, то зменшується, а очі весь час напружуються, щоб «упіймати» текст. У результаті погіршується функціонування війкового м'яза, і, як наслідок, порушується зір. Шкідливо читати лежачи. За тривалого зорового напруження через кожну годину потрібно робити перерви в роботі, тривалість яких не менша ніж 10 хв. Перебування на природі, де є великий оглядовий простір — прекрасний відпочинок для очей.

Дуже шкідливо на очі впливає куріння й уживання алкоголю. Нікотин та алкоголь можуть викликати ураження зорового нерва й призвести до втрати зору. Джерелом інфекції можуть бути брудні руки, рушник, пил тощо. Ці чинники викликають різні хвороби очей, наприклад, запалення слизової оболонки (***кон'юнктивіти***). Через інфекційні хвороби порушується живлення тканин ока, погіршується стан склери. При цих хворобах виникають запалення рогівки, проявами яких є світлобоязнь, сльозоточивість, біль, зниження гостроти зору, почервоніння та набряк слизових оболонок.

Травми — найпоширеніша причина ***помутніння рогівки*** та ***сліпоти***. Очі потрібно берегти від травм, потрапляння в них чужорідних предметів, пилу; їх не можна терти руками, а витирати потрібно лише чистим рушником, хусткою або серветкою.

Короткозорість. Далекозорість. Астигматизм. Косоокість. Дальтонізм. Захист зору

Уперше дефект зору, при якому людина не розрізняє зелений і червоний кольори, виявив хімік Джон Дальтон. Його іменем і було названо цю патологію. В кінці XVIII ст. дане відкриття не стало сенсацією, а було сприйняте як незручність «збирати червону полуницю в зеленій траві». Із плином часу стало зрозуміло, що вроджена колірна сліпота властива в основному чоловікам.

1. Чим зумовлені порушення зору людини? **2.** Назвіть основні гігієнічні вимоги до збереження зору. **3.** Чим далекозорі очі відрізняються від короткозорих? Які методи корекції зору вам відомі? **4.** Чому світло від настільної лампи для праворуких має падати ліворуч? **5.** Як бачитиме людина з нормальним зором, якщо вона одягне окуляри для короткозорих або далекозорих? Чому?

6. Один з вояків під час бойових дій протягом 9 років переховувався в підземеллі фортеці. Він мав їжу й воду, але свічок і сірників йому вистачило лише на 4 роки. За решту років перебування в цілковитій темряві він відвик від світла й осліп. Поясніть чому.

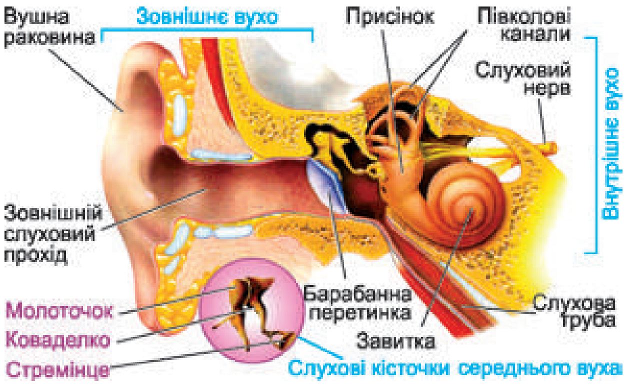
7. «Зебра» не для всіх водіїв є дієвим сигналом для зменшення швидкості, тоді як нерівності дороги неодмінно змушують пригальмувати. Запропонуйте оптичний спосіб, який примусив би водіїв зменшувати швидкість рефлекторно. **8.** Художник у літньому віці намагався внести корективи до своїх раніше написаних картин. Очевидно, це було пов'язано з порушенням зору у нього. Поясніть, про яке порушення йдеться і якими могли бути його причини.

§ 45. Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я» правила гігієни органів слуху; з курсу «Природознавство» — як поширюється звук.

Будова і значення слухової сенсорної системи. Слухова сенсорна система складається з таких частин: периферична (орган слуху), провідникова (слуховий нерв) і центральна — слухова зона в скроневій частці кори головного мозку (іл. 117).

Слух — чуття, що забезпечує сприйняття звукових коливань. Завдяки слуху людина пізнає безліч звуків, що нас оточують, їх багатство й різноманітність. Без нього неможливе спілкування між людьми. Слух разом із зором попереджує про небезпеку. Він є не лише джерелом інформації про довкілля. Слухаючи щось, людина може отримати й емоційне враження, яке визначається не тільки інформаційним змістом звуків. Тому музика не знає мовних бар'єрів.



Іл. 117. Будова вуха

Будова органа слуху. **Вухо** — орган слуху та рівноваги, периферична частина слухового аналізатора. Це — парний орган, що складається із трьох відділів: *зовнішнього*, *середнього* та *внутрішнього* (іл. 117). **Зовнішнє вухо** включає *вушну раковину*, утворену еластичним хрящем, і *зовнішній слуховий прохід* — дещо зігнутий канал, що закінчується *барабанною перетинкою* (тонкою сполучнотканинною пластинкою).

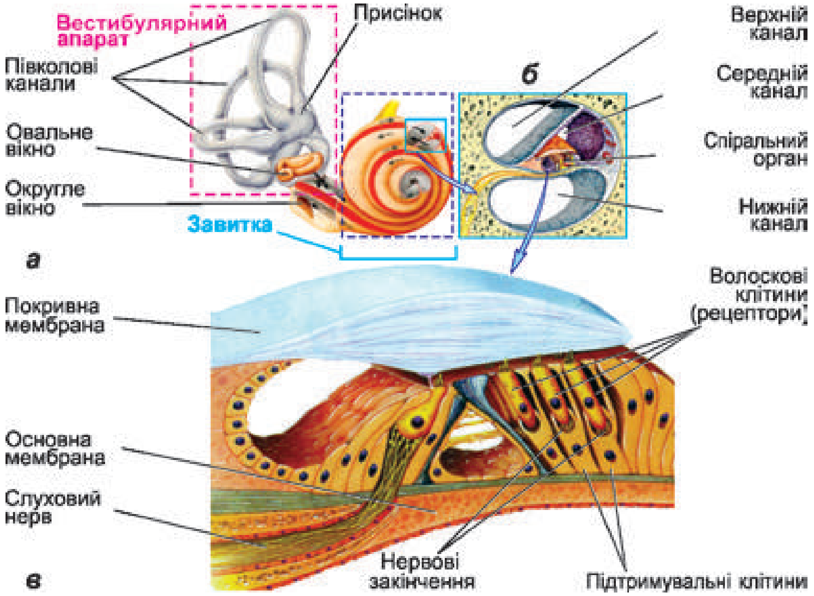
Барабанна перетинка відділяє зовнішнє вухо від середнього. Звукові коливання повітря вловлюються вушною раковиною, потрапляють до зовнішнього слухового проходу і спричиняють коливання барабанної перетинки.

Середнє вухо (іл. 117) складається з *порожнини*, заповненої повітрям, і трьох маленьких, послідовно зв'язаних між собою *слухових кісточок* — *молоточка, коваделка* й *стремінця*.

Порожнина міститься між барабанною перетинкою і перегородками внутрішнього вуха в глибині скроневої кістки. Вона сполучається з носоглоткою вузьким каналом — *слуховою (євстахієвою) трубою*. Надходження повітря по цій трубі (під час ковтання або якщо розкрити рот) вирівнює тиск з обох боків барабанної перетинки. Слухові кісточки передають і підсилюють звукові коливання барабанної перетинки на внутрішнє вухо. У стінці між порожниною середнього вуха та порожниною внутрішнього вуха є два невеликі отвори — *овальне вікно*, закрите основою стремінця, й *округле вікно*, закрите тонкою сполучнотканинною перетинкою. Звукові коливання, що передаються зі стремінця на рідину, яка заповнює внутрішнє вухо, повертаються в порожнину середнього вуха на мембрану округлого вікна.

Внутрішнє вухо (іл. 117) представлене *лабіринтом* (системою каналів), розташованим у глибині скроневої кістки черепа. У лабіринті містяться одразу два органи: орган слуху — *зáвитка* й орган рівноваги — *вестибулярний апарат* (іл. 118 а).

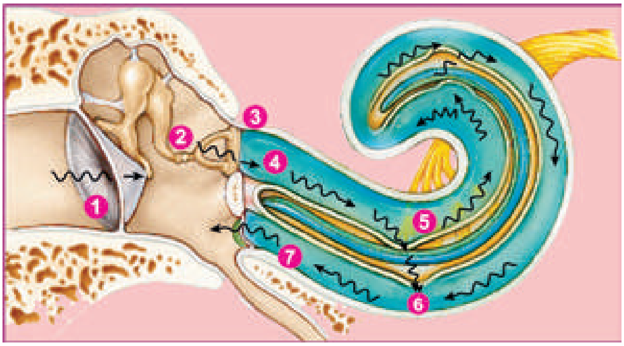
Завитка — спірально закручений на 2,5 оберту кістковий канал. Канал завитки розділений на три частини двома перетинками: тонкою *покривною*



Іл. 118. Внутрішнє вухо: а — кістковий лабіринт; б — будова завитки; в — будова спірального органа

мембраною і товстішою й більш пружною *основною мембраною*. Верхній і нижній канали на верхівці завитки з'єднуються отвором і заповнені рідиною — *перилімфою*. Середній канал відокремлений від верхнього й нижнього й заповнений *ендолімфою* (іл. 118 б). Усередині цього каналу на основній мембрані містяться **слухові рецептори** — *волоскові клітини*, які утворюють звукосприймальний аппарат (спіральний орган) (іл. 118 в).

Сприйняття звуку. Звукові хвилі (іл. 119), потрапляючи в зовнішній слуховий прохід, підсилюються в 2–2,5 разу й спричиняють коливання барабанної перетинки (1). Ці коливання передаються на слухові кісточки середнього вуха (2). Коливання кісточок примушують вібрувати перегородку внутрішнього вуха — мембрану овального вікна (3). Така вібрація спричиняє



Іл. 119. Схема поширення звукової хвилі в органі слуху

відповідні коливання перилімфи верхнього каналу (4) і нижнього каналу (7), а відповідно — коливання основної мембрани спірального органа (5). Під час її коливання волоскові клітини торкаються покривної мембрани (6) й згинаються. Унаслідок цього в рецепторних волоскових клітинах виникає збудження, які перетворюються на нервові імпульси, що передаються по *слуховому нерву* до головного мозку. Розрізнення імпульсів відбувається в *скроневій частці* кори головного мозку.

Лабораторне дослідження

Тема. **Вимірювання порога слухової чутливості.**

Мета: визначити поріг індивідуальної слухової чутливості; обґрунтувати здатність слухової сенсорної системи до адаптації та її значення для людини.

Обладнання: механічний годинник, сантиметрова стрічка або лінійка.

Хід дослідження

Роботу слід виконувати у групах із трьох учнів.

Завдання 1. **Визначення абсолютного порога слуху.**

1. Перший учень сідає на стілець і заплющує очі. Другий учень повільно наближає механічний годинник до вуха першого учня доти, доки той не почує звучання годинникового механізму.
2. Третій учень вимірює відстань, на якій перший учень почув звук (від вуха першого учня до годинника).
3. Повторіть дослід тричі для лівого й правого вух. Запишіть одержані дані та знайдіть середнє значення.
4. Учні міняються ролями і визначають величину індивідуального порога слухової чутливості.

Завдання 2. **Демонстрація слухової адаптації.**

1. Перший учень знову сідає на стілець і заплющує очі. Другий учень підносить годинник близько до вуха першого учня. Після 4–5 с другий учень починає повільно віддаляти його від вуха першого учня доти, доки той перестане чути звучання годинникового механізму.
2. Третій учень вимірює відстань від вуха першого учня до точки, коли той перестав чути звучання годинникового механізму.
3. Повторіть дослід тричі для лівого й правого вух. Запишіть одержані дані та знайдіть середнє значення відстані.
4. Учні міняються ролями.

Чому виміряна відстань за віддалення годинника від вуха більша, ніж у разі наближення його до вуха?

Зробіть висновок: про що свідчить підвищення порога слухової чутливості?

Порушення слуху та їх профілактика. Щоб зберегти слух, слід захищати орган слуху від впливу шкідливих *фізичних, хімічних чинників* та *інфекцій.*

Однією з причин погіршення слуху є *накопичення вушної сірки*. Виділення сірки залозами — важливе захисне пристосування органа слуху, оскільки забезпечує затримання пилу та мікробів, що проникають ззовні. Надлишок сірки видаляється під час миття вух. Сірка може накопичуватись у слуховому проході, утворюючи сіркові пробки, що призводить до погіршення слуху. Тому варто дотримувати особистої гігієни слуху. Якщо у вухах накопичилася сірка, потрібно звернутися до лікаря, який прочистить слуховий прохід. Не можна у

жодному разі витягувати сірку з вух сірником, олівцем тощо, оскільки це може призвести до пошкодження або навіть розриву барабанної перетинки, і тоді слух людини послаблюється, вона стає ***глухою***.

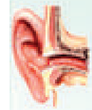
Інфекційні ураження зовнішнього, середнього або внутрішнього вуха спричиняють запальний процес у вусі — ***отит.*** Особливо небезпечний гнійний отит, зумовлений потраплянням різних бактерій або грибкової інфекції у шкіру або підшкірний шар. Ускладнення такого захворювання можуть спричинити погіршення або втрату слуху. Найбільш поширені отити середнього вуха, які часто виникають за інфекційних захворювань (грип, ангіна, кір тощо), коли мікроорганізми з носоглотки разом зі слизом з носа через слухову трубку потрапляють у середнє вухо й спричиняють його запалення. Хвороби середнього вуха часто виникають у дітей із хронічним нежитем. При цьому захворюванні не слід сильно шмаркати: можна лише витирати серветкою слиз, що виділяється з ніздрів. Якщо турбує біль у вусі, слід негайно звернутися до лікаря.

Людина сприймає звуки з частотою коливань від 16 Гц до 20 кГц. З віком сприйняття високих частот знижується. Якщо людину тривалий час піддавати дії сильних звуків, у неї може погіршитися слух. Тому працівники на шумних виробництвах, в аеропортах використовують навушники. Сильна звукова хвиля, що утворюється, наприклад, під час вибухів, різко збільшує тиск на барабанну перетинку й може призвести до її руйнування. Значну шкоду завдають шуми, що діють на вухо з дня на день. Такі подразнення перевтомлюють слуховий рецептор. Барабанна перетинка втрачає свою еластичність, і слух знижується. Шум порушує нормальну життєдіяльність людини: у неї виникає безсоння, настає втома. Боротьба з виробничими шумами — одне із завдань гігієни праці. На промислових підприємствах застосовують звукоізоляційні та звукопоглинальні матеріали, робітники носять навушники. Уживають спеціальних заходів і щодо зниження вуличного шуму у великих містах.

Слухова сенсорна система. Слух. Зовнішнє вухо. Середнє вухо. Внутрішнє вухо. Завитка. Слухові рецептори. Отит. Захист слуху

Чому організм людини влаштований так, що вночі очі заплющені (прикриті повіками), а вуха залишаються відкритими? Очі виконують свою функцію лише в умовах освітленості, хоча б слабкої, а для слухової системи темрява не має значення, навіть навпаки — коли темно й холодно, звук сприймається краще. «Вимикання» на ніч органа слуху зробило б людину беззахисною.

1. Яка будова органа слуху людини? **2.** Яка роль зовнішнього слухового проходу в сприйнятті звукових коливань? **3.** Яким чином поширюється звукова хвиля в середньому вусі? **4.** Як звукові хвилі перетворюються на нервовий імпульс? **5.** Схарактеризуйте основні причини зниження слуху. **6.** Яких гігієнічних вимог потрібно дотримувати, щоб зберегти слух?



7. Обґрунтуйте взаємозв'язок між будовою і функціями вуха. **8.** Чому ангіна та грип можуть спричинити запалення середнього вуха? **9.** Чому музику використовують для стимуляції трудової діяльності? **10.** Чому артилеристи під час пострілу гармати голосно кричать?

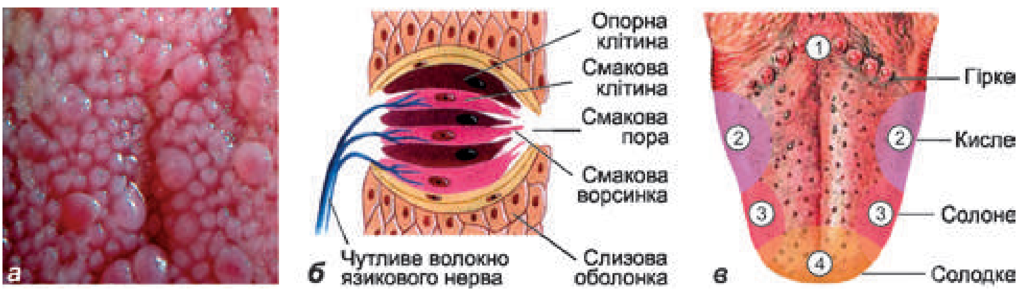
11. Відомо, що звуки в різних середовищах (твердому, рідкому й газоподібному) поширюються по-різному. Чому коли людина розгризає тверді сухарі, то їй самій ці звуки здаються значно гучнішими, ніж оточенню? **12.** Висловте своє ставлення до моди на постійне слухання музики через навушники.

§ 46. Сенсорні системи смаку та нюху

Пригадайте, у яких ссавців найкраще розвинутий нюх. З чим це пов'язано?

Значення та будова смакової сенсорної системи. *Смак* — це сприйняття смакових властивостей речовин, що надходять у ротову порожнину. Смак допомагає людині визначати якість їжі, сприяє виділенню травних соків і проходженню процесу травлення загалом. Сприйняття смаку є результатом діяльності **смакової сенсорної системи**.

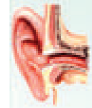
Рецептори смаку — це спеціалізовані *смакові клітини*, розташовані в смакових цибулинах сосочків — виростах слизової оболонки язика (іл. 120 а) , а також на стінках глотки та м'якого піднебіння.



Іл. 120. Смакова сенсорна система: а — слизова оболонки язика; б — будова смакової цибулини язика; в — розташування смакових рецепторів

Основу смакової цибулини становлять *опорні клітини*. Вони формують *смакову пору,* у якій містяться *смакові ворсинки* рецепторних клітин (іл. 120 б). У ротовій порожнині смакові клітини розміщені нерівномірно. Ці рецептори спеціалізовані на сприйняття різних смакових подразнень. Наприклад, корінь язика найбільш чутливий до гіркого (1), його бічні краї — до кислого (2) та до солоного (3), а кінчик язика — до солодкого (4) (іл. 120 в).

Механізм сприйняття смаку. Харчові речовини взаємодіють лише з певним видом смакових рецепторів. Молекули речовин приєднуються до молекул певних ділянок смакового рецептора й спричиняють його збудження. Збудження від рецепторів передається по волокнах *язикового нерва* у довгастий мозок, через міст, гіпоталамус — до *скроневої частки* головного мозку, де формується сприйняття у вигляді різних смакових відчуттів.



Відчуття смаку відіграє вагому роль у регуляції надходження хімічних речовин до організму, формуванні апетиту, регуляції травлення. Людина, організму якої не вистачає йонів Натрію, що переважно надходять із кухонної солі (NaCl), вважатиме їжу несолоною навіть тоді, коли концентрація солі в ній настільки значна, що ніхто її не їстиме.

Для людини смак має певне емоційне забарвлення, адже смачна їжа викликає приємні відчуття на відміну від несмачної. Якщо людина голодна, то вся їжа сприймається нею як смачна. І навпаки — на ситу людину навіть вишукані страви не справляють належного враження. Розглянемо причини цього явища. У голодної людини зі шлунку до *центру голоду* в гіпоталамусі надходять збуджувальні імпульси. Від нього через харчовий центр, розташований у довгастому мозку, імпульси надходять до смакових рецепторів. Тому вони під час прийому їжі швидко збуджуються. Імпульси з *центру насичення*, що також міститься в гіпоталамусі, різко знижують активність смакових рецепторів.

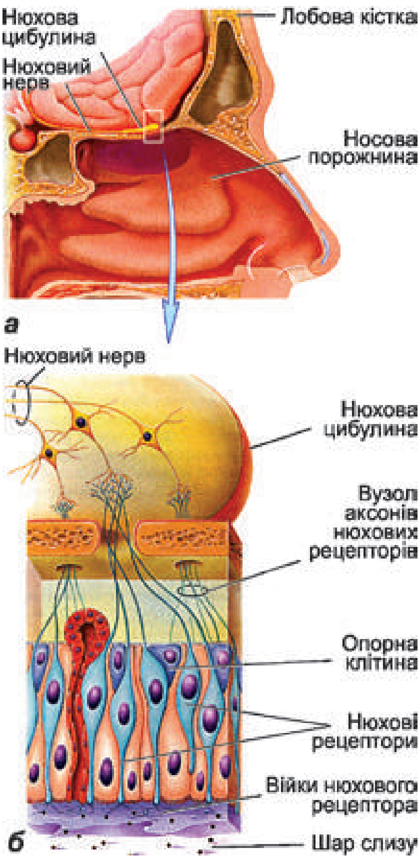
У сприйнятті смаків беруть участь нюх, зір та дотик, оскільки сенсорні системи працюють у тісній взаємодії. *Пригадайте, як змінюється запах їжі, коли у вас нежить*. Це зумовлено тим, що центри смаку й нюху розміщені в сусідніх ділянках кори головного мозку. Їхні нейрони взаємопов'язані й можуть збуджуватися одночасно. Зі смаковим центром пов'язані центри інших видів чутливості. Тому гарно оформлені стіл та страви сприяють появі апетиту. А для сприйняття смаку морозива необхідна оцінка його не лише за хімічними, але й за механічними і тепловими ознаками.

Нюхова сенсорна система спеціалізована на сприйнятті хімічних подразників і формуванні специфічного відчуття запаху. Значення *нюху* — процесу сприйняття запаху — дуже важливе. Хоча люди зазвичай не помічають запахів (через те, що звикають до них), але за запахом людина відрізняє недоброякісну їжу і відмовляється від неї, вловлює появу в повітрі шкідливих для її здоров'я домішок, чим захищає свій організм від отруєння. Запах дає можливість відчути різноманітні позитивні емоції — ми насолоджуємося ароматами квітів, свіжого повітря тощо.

Нюхова сенсорна система, як і всі інші, складається з трьох частин. Органом нюху є **ніс**. Рецептори нюху розташовані у верхній частині носової порожнини. Вона вкрита слизовим епітелієм, у якому розміщені від одного до десяти мільйонів особливих клітин — **нюхових рецепторів**, які охоплюють у дорослої людини площу близько 7,5 см^2. Вони мають глечикоподібну форму, а їхні війки проникають у шар слизу. Саме війки розрізняють молекули пахучих речовин.

Механізм сприйняття запахів подібний до механізму сприйняття подразнень смаковими рецепторами. Пахучі речовини контактують з війками нюхових рецепторів, подразнюючи їх. На мембрані цих рецепторів містяться особливі білкові молекули, здатні взаємодіяти з певними молекулами пахучих речовин.

Якщо форма молекули пахучої речовини підходить до структури білка, як ключ до замка, то між ними відбувається хімічна взаємодія. Мембрана рецепторної клітини збуджується, виникають нервові імпульси. Звідси вони надходять по *нюховому нерву* до *кори головного мозку* (іл. 121), де й виникають відповідні нюхові відчуття. Це найкоротший зв'язок головного мозку з навколишнім середовищем.



Іл. 121. Нюхова сенсорна система. а — носова порожнина; б — нюховий епітелій

Запахи класифікують за багатьма ознаками. За психологічним сприйняттям їх поділяють на приємні, неприємні та байдужі. Відчуття певного запаху залежить від концентрації пахучої речовини. Наприклад, концентрована ефірна олія багатьох рослин має важкий невизначений запах. Але якщо її сильно розвести, то відчувається приємний аромат.

Нюхова, як і смакова, сенсорна система швидко адаптується до дії подразнень. Наприклад, увійшовши в приміщення, де є якийсь запах, через певний час перестаємо його відчувати. Однак ця здатність залежить від багатьох чинників (погодних умов, забруднення довкілля, стану здоров'я, настрою тощо).

Але нюх, як і смак, можна тренувати, збільшуючи здатність розрізняти і характеризувати запахи у десятки разів.

NB **Смакова сенсорна система. Нюхова сенсорна система. Смакові рецептори. Нюхові рецептори. Сприйняття смаку та запаху**

ЕРУДИТ ONLINE

Досі ще не встановлено одиниць виміру смаку й чіткості їх класифікації. Одним з перших запропонував класифікацію смаків відомий російський учений Михайло Ломоносов. Він писав: «Головні зі смакових відчуттів, що найкраще розрізняються, такі: 1) кислий, як оцет; 2) їдкий, як винний спирт; 3) солодкий, як мед; 4) гіркий, як смола; 5) солоний, як сіль; 6) гострий, як дика редька; 7) кислуватий, як недозрілий плід». Більшість же вчених визнає 4 елементарні смакові відчуття: *солодке, солоне, кисле* й *гірке*. За теорією Ханса Хеннінга (початок XX ст.), будь-який смак можна отримати, якщо змішати в необхідній пропорції три із чотирьох можливих первинних смаків.

Смаковий поріг (мінімальна концентрація речовини, що викликає відчуття смаку) неоднаковий для різних хімічних речовин. Так, цукор відчувається за концентрації 0,01 моль/л води, кухонна сіль — 0,05 моль/л, лимонна кислота — 0,009 моль/л. Тобто люди більш чутливі до кислого і менш чутливі до солодкого.

1. Яке значення мають смак і нюх для організму людини? **2.** Яка будова смакового аналізатора? **3.** Як у людини формується відчуття смаку і від чого воно залежить? **4.** Як людина відчуває запахи? **5.** Яка будова нюхової сенсорної системи?

6. У голодної людини смакова чутливість дуже висока, унаслідок чого звичайні продукти смакують по-іншому. Яке біологічне значення має це явище? У чому полягають його причини?

7. Як можна тренувати сенсорні системи? **8.** Висловте своє ставлення щодо звички деяких людей надмірно користуватися парфумами.

§ 47. Сенсорні системи рівноваги, руху, дотику, температури, болю

Які сенсорні системи є основними? Спробуйте продовжити перелік сенсорних систем. Яке значення болю для адаптаційної функції організму?

Сприйняття рівноваги тіла. Прямоходіння, регуляція рухів, обертання тіла можливі за умови утримання рівноваги. Її постійно контролює спеціальний орган рівноваги — вестибулярний апарат. Завдяки йому людина може нормально ходити, бігати, виконувати складні фізичні вправи, працювати й орієнтуватися в просторі загалом.

Вестибулярний апарат (іл. 118 а, б) міститься у внутрішньому вусі й складається з двох частин — *присінка* й трьох *півколових каналів*, розташованих у трьох взаємно перпендикулярних площинах. Ці площини відповідають трьом вимірам простору.

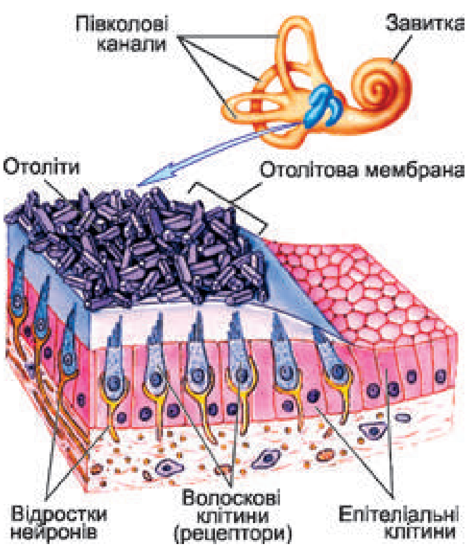
ВЕСТИБУЛЯРНИЙ АПАРАТ — орган чуття, що сприймає зміни положення тіла, й призначений для координації (узгодження) рухів та збереження рівноваги.

Стінки присінка та півколових каналів утворені епітелієм, у якому містяться **рецептори відчуття рівноваги** — *волоскові клітини* циліндричної та кулястої форми (іл. 122).

Волоски вестибулярних рецепторів занурені в драглисту мембрану, поверхня якої вкрита дрібними вапняковими кристаликами — *отолітами*, тому її називають *отолітовою мембраною*.

Порожнини півколових каналів, як і канали завитки, заповнені драглистою рідиною — *ендолімфою*. За будь-якого руху переміщення ендолімфи зумовлює зміну тиску кристаликів на волоски та збудження рецепторів, які сигналізують у мозок про зміну положення тіла.

Збудження рецепторних клітин виникають унаслідок згинання або розтягнення волосків. Так, у вертикальному положенні тіла отолітова мембрана тис-



Іл. 122. Мікроскопічна будова стінки вестибулярного апарата

не на волоскові клітини і волоски згинаються. У горизонтальному положенні отолітова мембрана провисає і розтягує волоски.

Рецептори присінка сприймають зміну положення голови відносно Землі. Волоскові клітини півколових каналів реагують на зміну швидкості руху та обертальні рухи. Згинання і розтягування волосків спричиняє виникнення нервових імпульсів, які передаються присінковою гілкою *слухового нерва* до *нервових центрів* стовбура головного мозку, мозочка та кори великих півкуль. Уважають, що кіркові центри контролю рівноваги й положення тіла в просторі розташовані в тім'яній і скроневій частках мозку. Саме завдяки кірковим центрам аналізатора рівноваги можливий усвідомлений контроль рівноваги і положення тіла, забезпечення прямоходіння.

У стані невагомості отоліти перестають тиснути на волоски, й вестибулярний апарат не подразнюється, що часто спричиняє порушення нормального перебігу фізіологічних функцій у космонавтів. Погіршення стану організму відбувається і за різкого зростання сили тяжіння. Це спричиняє перевантаження вестибулярного апарату, а збудження передається на нервові центри, які впливають на діяльність внутрішніх органів. Запобігти цьому можна за допомогою спеціальних вправ, які знижують чутливість вестибулярного апарату. Люди з вродженою підвищеною чутливістю або ушкодженим вестибулярним апаратом погано переносять поїздки в транспорті, польоти в літаках та плавання на кораблях. У них виникає так звана морська хвороба: з'являється нудота, головокружіння, блідість, запаморочення, м'язова слабкість. Якщо виявлені такі ознаки, слід звернутися до лікаря.

Сенсорна система руху. Трудова, спортивна діяльність, керування автомобілем, гра на музичних інструментах тощо вимагають високої координації рухів. Її забезпечує *сенсорна система руху*. Робота цієї системи пов'язана з виникненням імпульсів у спеціальних рецепторах, що містяться у м'язах та сухожилках. Ці рецептори мають вигляд веретена і збуджуються при скороченні або розслабленні м'язів, посилаючи сигнали про їх стан у мозок.

Нервові імпульси від рецепторів м'язів і сухожилків надходять до спинного мозку, мозочка, а через гіпоталамус — до *рухової зони* кори головного мозку.

Ці імпульси, діючи за принципом зворотного зв'язку, мають важливе значення для підтримання тонусу нейронів спинного мозку і підвищення чутливості рухових центрів.

У протилежному напрямку передаються відповідні команди щодо зміни напруження м'язів та узгодження їхніх рефлекторних рухів. Так, під час сильного скорочення м'язів-згиначів і розслаблення м'язів-розгиначів рухова сенсорна система сприяє зниженню збудливості згиначів та підвищенню її для розгиначів.

Сенсорні системи дотику, температури та болю. Рецептори цих сенсорних систем містяться у шкірі (іл. 123) й слизових оболонках рота, носа, язика і внутрішніх органів. **Шкіра** є складним аналізатором, що сприймає тиск, дотик, вібрацію, тепло, холод і біль. Ці відчуття на шкірі можна визначити точно; місця таких самих відчуттів у внутрішніх органах визначити важко.



Іл. 123. Рецептори шкіри

Дотик — це сприйняття форми, величини, щільності, характеру поверхні різних предметів. **Дотикові рецептори**, які сприймають різні типи механічних подразнень, — це нервові закінчення, оточені особливою капсулою (іл. 123).

Вони розташовані по всьому тілу, але найбільше їх на пальцях рук, на кінчику язика і губах. Загалом у шкірі людини міститься близько 500 тис. рецепторів дотику.

Розпізнавання відчуттів дотиковими рецепторами здійснюється на основі частоти дії подразнень. Тривала дія подразника викликає *відчуття тиску,* короткочасна — *відчуття дотику*, висока частота зміни сили подразника — *відчуття вібрації*. Імпульси від дотикових рецепторів передаються до *зони шкірної чутливості* кори великого мозку, де формується відповідне до дії подразника відчуття.

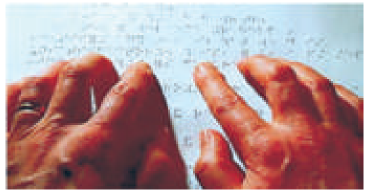
Сприйняття температури здійснюють два види чутливих до температури *рецепторів* — **холодові** й **теплов**і (іл. 123). Перші розташовані ближче до поверхні шкіри. Загалом на шкірі їх нараховують близько 250 тис. Вони дуже швидко реагують на подразнення. Глибше розміщені теплові рецептори. Їх менше — близько 30 тис. Вони реагують на теплове подразнення повільніше. За будовою терморецептори схожі на дотикові. Імпульси, що надходять від них до *центру терморегуляції* у гіпоталамусі, сприяють адаптації організму до мінливих температурних умов довкілля. До дії певної температури організм теж може звикнути. Тому загартування, знижуючи чутливість холодових рецепторів шкіри, підвищує пристосувальні можливості організму.

Біль — це надзвичайно важливий сигнал про небезпеку, що загрожує людині як з навколишнього, так і з внутрішнього середовища (іл. 123). Відчуття болю виникає виникає внаслідок подразнення **больових рецепторів**. Їх ще називають *вільними нервовими закінченнями*, бо вони позбавлені оболонок.

Рецептори з вільними нервовими закінченнями (прості нервові волокна без мієлінової оболонки) становлять 75 % усіх рецепторів шкіри — їх близько 1 млн.

Шкірні аналізатори дотику, температури й болю разом з іншими сенсорними системами забезпечують цілісне сприйняття довкілля та допомагають людині пристосовуватись до нього.

Сенсорні системи рівноваги, руху, дотику, температури, болю. Вестибулярний апарат. Холодові й теплові рецептори



Дотик — дуже важливе відчуття для людей, які з певних причин позбавлені зору. Незрячі кінчиками пальців можуть «читати» літери, слова, фрази, надруковані рельєфно-крапковим шрифтом (за системою Луїса Брайля).

1. Схарактеризуйте будову сенсорної системи рівноваги. **2.** Рецептори яких сенсорних систем містяться в шкірі? **3.** За певних захворювань у людини порушується проведення збудження зі спинного мозку в головний. У зворотному напрямку збудження протікає нормально. Чи відчуватиметься при цьому укол руки? Чому? **4.** Чому на деяких ділянках шкіри ми не відчуваємо навіть укусу комара, а на інших ділянках відчуваємо, як сідає комаха?

5. У чому полягає головна функція больових рецепторів? **6.** Чому не мерзнуть очі? **7.** У середньому на кожний квадратний сантиметр шкіри (її площа — 1,6–2 м^2) припадає 100–200 больових, 12–15 холодових, 1–2 теплових і 25–30 дотикових рецепторів. Як ви вважаєте, чому в шкірі найбільше больових рецепторів?

8. Що про людину можна дізнатись під час рукостискання? **9.** Для того щоб дослідити розташування дотикових рецепторів на кистях рук, проведіть дослід. Зав'яжіть очі своєму товаришеві, дайте йому предмет і попросіть, щоб він прокатав його між долонями. Чи впізнає він, що це за предмет? Потім цей самий предмет запропонуйте йому помацати пальцями. Що відбудеться цього разу? Поясніть результати досліду.

Дослідницький практикум

Тема. **Дослідження температурної адаптації рецепторів шкіри.**

Мета: виявити явище адаптації (пристосування) теплових рецепторів шкіри до дії високої та низької температур; обґрунтувати її значення для людини.

Обладнання та матеріали: склянки з водою різної температури (10 °С, 20 °С, 40 °С).

Хід дослідження

1. Опустіть кінчики пальців у холодну воду (10 °С). Тримайте руку доти, доки відчуття холоду значно послабшає. Визначте час адаптації до холоду.
2. Опустіть кінчики пальців у гарячу воду (40 °С). Тримайте руку також доти, доки відчуття тепла значно послабшає. Визначте час адаптації до дії високої температури.
3. Порівняйте отримані величини. До дії якої температури (високої чи низької) швидше відбувається адаптація рецепторів шкіри?



4. Остудіть руки до кімнатної температури, опустивши їх у воду 20 °С. Занурте одну кисть у гарячу воду 40 °С, а іншу — в холодну 10 °С.

5. Через кілька хвилин занурте обидві кисті у воду з температурою 20 °С. Чому виникло відчуття різної температури в різних руках?

6. Зробіть висновок: яке значення температурної адаптації рецепторів шкіри?

Узагальнення

Сенсорні системи, або аналізатори, сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану організму й забезпечують зв'язок організму з довкіллям. Кожний аналізатор складається з трьох частин: периферичної (рецептори); провідникової (шлях, по якому передається збудження, — нерви); центральної (чутливі зони кори великих півкуль головного мозку).

У людини є п'ять основних сенсорних систем, кожна з яких сприймає певний вид подразника: зорова, слухова, смакова, нюхова та дотикова. Рецептори найбільше зосереджені в органах чуття. У них різні види подразнень перетворюються на нервові імпульси.

Особливості будови органів чуття зумовлені специфікою сприйняття і перетворення певного подразника. Око має оптичну, світлосприймальну частини і допоміжний апарат. Здатність ока пристосовуватися до чіткого бачення предметів, що перебувають на різній відстані — акомодація — забезпечується зміною кривини кришталика. Порушення акомодації призводить до короткозорості або далекозорості.

Вухо — це орган слуху та рівноваги. Слухові рецептори — волоскові клітини — містяться у завитці внутрішнього вуха й сприймають звукові коливання. Волоскові клітини вестибулярного апарату реагують на зміну положення тіла або його частин. Рецептори смаку — смакові клітини — розташовані у слизовій оболонці язика, а нюхові рецепторні клітини — в епітелії носової порожнини. Війки цих клітин розрізняють молекули речовин. Складним аналізатором є шкіра, оскільки містить рецептори дотику, температури та болю.

Для збереження функцій усіх сенсорних систем важливо дотримувати гігієни органів чуття.

Тема 9. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Люди не народжуються, а стають тими, ким вони є.
Клод Гельвецій, французький філософ XVIII ст.

§ 48. Поняття про вищу нервову діяльність та її основні типи

Пригадайте, чим зумовлена поведінка тварин. Наведіть цікаві приклади складної поведінки тварин. Поміркуйте, від чого залежить індивідуальний стиль поведінки людини.

Значення нервової системи для формування поведінки людини. Умови середовища, у якому живе та діє людина, визначають її **поведінку.** Поведінку розглядають як своєрідну активність людини, спрямовану на задоволення потреб організму, спосіб, у який людина пристосовується до свого оточення.

ПОВЕДІНКА — пристосувальна діяльність, що охоплює сукупність дій і вчинків людини у відповідь на вплив внутрішніх і зовнішніх чинників.

ПСИХІКА (від грец. *psyche* [психе] — душа) — властивість мозку відображати зовнішній світ у вигляді відчуттів, уявлень, думок, вольових дій тощо.

ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ (ВНД) — діяльність вищих відділів центральної нервової системи, яка забезпечує різноманітні форми пристосування до умов навколишнього середовища.

Вам уже відомо, що пристосувальна діяльність організму до умов довкілля можлива завдяки постійному надходженню в мозок людини інформації про зміни зовнішнього й внутрішнього середовища та її аналізу.

Вищий рівень аналізу інформації в чутливих зонах кори півкуль головного мозку виявляється у *психіці,* яка характеризує особливості сприйняття світу людиною, її внутрішній світ.

В основі поведінки лежить певна система реакцій на подразники зовнішнього та внутрішнього середовища — **рефлексів**. Вони забезпечують взаємодію організму з навколишнім середовищем.

Вчення про вищу нервову діяльність. Ще в XIX ст. у праці «Рефлекси головного мозку» Іван Сєченов висловив гіпотезу про рефлекторний характер діяльності головного мозку. Він виявив зв'язок між найскладнішими проявами поведінки людини (психічними явищами — свідомістю, мисленням) і рефлекторною діяльністю мозку.

На початку XX ст. Іван Павлов розвинув ідеї Івана Сєченова. Він запропонував метод дослідження рефлекторної діяльності людини і тварин — *метод умовних рефлексів.* Іван Павлов створив учення про вищу нервову діяльність, яке обґрунтовує поведінку людини і тварин. Усю нервову діяльність організму засновник цього вчення поділив на *нижчу* і *вищу*.



Іван Павлов (1849–1936)



Іван Сєченов (1829–1905)

Під **нижчою нервовою діяльністю** Іван Павлов розумів рефлекторну регуляцію

фізіологічних функцій організму та його рухової активності. **Вищу нервову діяльність** учений розглядав як рефлекторну діяльність мозку людини і тварин, що регулює взаємовідносини цілісного організму із зовнішнім світом.

За своєю сутністю вища нервова діяльність — сукупність умовних і складних безумовних рефлексів, що виробляються в корі та підкіркових структурах головного мозку. Вона забезпечує перебіг поведінкових реакцій організму завдяки найдосконалішим пристосуванням організму до умов існування. В основі цих пристосувань лежить здатність кори головного мозку швидко утворювати нові рефлекси і пригнічувати старі у відповідь на зміни в середовищі. Поняття «вища нервова діяльність» Іван Павлов уважав тотожним поняттю «психічна діяльність».

Нервові процеси, що лежать в основі вищої нервової діяльності. Вища нервова діяльність забезпечується двома основними нервовими процесами — **збудженням** і **гальмуванням.** *Пригадайте, у чому полягає сутність цих нервових процесів.* Ці процеси виникають у корі головного мозку під час дії різних подразників. І збудження, і гальмування, що виникають у певній зоні кори, поширюються на інші її ділянки. Через певний час це поширення змінюється концентрацією нервового процесу. Наприклад, коли людина опановує нові танцювальні рухи, спочатку спостерігається скорочення багатьох м’язів, які не беруть участі у виконанні руху. Це — наслідок поширення збудження в корі великих півкуль. Після багаторазових повторень рух стає чітким. Це можна пояснити концентрацією збудження в нервових центрах, які відповідають за узгоджене скорочення необхідних м’язів.

Концентрація збудження в одній ділянці кори спричиняє пригнічення діяльності інших ділянок (гальмування). З часом у збудженій ділянці розвивається гальмування, а навколо цієї ділянки — збудження. Наприклад, якщо людина зацікавлена розповіддю співбесідника, у корі великих півкуль розвивається тимчасова ділянка сильного збудження. Сторонні подразники внаслідок гальмування, що розвинулося навколо збудження, не сприймаються. І, навпаки, якщо розповідь нецікава, у центрах сприйняття інформації виникає гальмування. А в ділянках кори, які оточують ці центри, виникає збудження. Людина легко відволікається від змісту сторонніми подразниками.

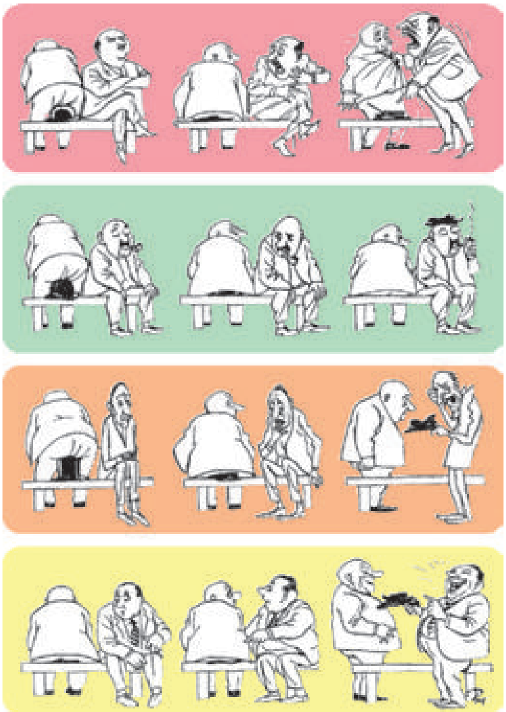
Основні типи вищої нервової діяльності. Сукупність властивостей нервових процесів (збудження і гальмування), зумовлених спадково та набутих у процесі індивідуального життя, визначають **тип вищої нервової діяльності** (тип ВНД). Він формується в результаті взаємодії організму людини з навколишнім середовищем і визначає відмінності в поведінці й ставленні людей до тих самих впливів довкілля (іл. 124).

Наукове обґрунтування типів вищої нервової діяльності зробив Іван Павлов. Він виявив три основні показники процесів збудження та гальмування в головному мозку: силу, урівноваженість і рухливість. *Сила нервових процесів* — здатність клітин кори мозку зберігати адекватні реакції на подразни-

ки. *Урівноваженість* виявляється у співвідношенні процесів збудження та гальмування. *Рухливість* нервових процесів — це швидкість переходу процесу збудження в гальмування, і навпаки.

Так, залежно від сили процесів збудження і гальмування, можна виділити два типи вищої нервової діяльності — *сильний* і *слабкий* (іл. 125).

Слабкий тип ВНД не здатний розвивати сильні збуджувальні й гальмівні процеси. Нервові клітини швидко стомлюються та дуже легко гальмуються. Тому в організмі зі слабким типом особливо легко виникає гальмування, що охоплює великі ділянки кори великих півкуль. Формування збуджувальних рефлексів відбувається повільно, і вони хиткі, а гальмівні рефлекси — стійкі.



Іл. 124. Реакція різних людей на ту саму ситуацію (за малюнком Х. Бідструпа)



Іл. 125. Типи вищої нервової діяльності

Сильний тип вищої нервової діяльності здатний розвивати сильні збуджувальні й гальмівні процеси. Він може бути *врівноваженим* і *неврівноваженим*. **Сильний неврівноважений тип ВНД** характеризується тим, що збудження клітин кори головного мозку є сильнішим, ніж гальмування. Формування збуджувальних рефлексів відбувається швидко, а гальмівних — повільно. **Сильний урівноважений тип ВНД** характеризується оптимальним співвідношенням сили процесів збудження і гальмування. Він може бути *рухливим* та *інертним* (нерухливим), залежно від швидкості зміни нервових процесів. На основі вивчення взаємозв'язків збудження і гальмування та поєднання їхніх показників Іван Павлов виділив чотири основні типи вищої нервової діяльності (іл. 125).

Індивідуальну особливість людини, що виявляється в її збудливості, емоційній вразливості, урівноваженості та швидкості перебігу психічної діяльності, називають **темпераментом**. Тобто темперамент є зовнішнім проявом вищої нервової діяльності, а його тип визначається типом ВНД (див. *табл. 8*).

Таблиця 8

Відповідність типу ВНД типу темпераменту

Тип ВНД	Характеристика ВНД	Тип темпераменту
Сильний, урівноважений, рухливий	Значна рухливість нервових процесів	**Сангвінік**
Сильний, урівноважений, інертний	Мала рухливість нервових процесів	**Флегматик**
Сильний, неврівноважений	Перевага процесів збудження над процесами гальмування	**Холерик**
Слабкий	Слабко розвинені як збудження, так і гальмування	**Меланхолік**

Сангвінік (від лат. *sanguis* [сангвіс] — кров) — сильний, урівноважений, рухливий тип ВНД. Такі люди життєрадісні та працелюбні, дисципліновані, енергійні, допитливі, емоційно врівноважені, з великим самовладанням.

Флегматик (від гр. *phlegma* [флегма] — слиз) — сильний, урівноважений, інертний тип ВНД. У людей цього типу збудження змінюється гальмуванням повільно, перехід від одного виду діяльності до іншого утруднений. Вони помірно енергійні, емоційно стримані, спокійні, наполегливі, постійні у звичках і схильностях.

Холерик (від лат. *cholericus* [холерікус] — хворий на жовчну хворобу) — сильний, неврівноважений тип ВНД. У людей цього типу збудження домінує над гальмуванням. Вони енергійні, сміливі, схильні до рішучих дій, дуже емоційні, нестримані, іноді необачні у вчинках.

Меланхолік (від грец. μέλας χολή [мелас холе] — чорна жовч) — це слабкий тип ВНД. Люди даного типу пасивні, дуже вразливі, замкнені, схильні до пригніченості. Часто вони виражають свої емоції в різних видах мистецтва.

На ілюстрації 126 зображені всесвітньо відомі особистості — представники чотирьох типів темпераменту. *Що ви знаєте про цих людей?*

Основні типи вищої нервової діяльності в «чистому» вигляді трапляються доволі рідко. У більшості людей спостерігають ознаки всіх типів з переважанням одного з них. Тип вищої нервової діяльності є вродженим й успадковується від батьків. Але в процесі індивідуального розвитку людини під впливом умов навколишнього середовища він може змінюватися.

Отже, вища нервова діяльність не є незмінною, вона може змінюватися під впливом виховання. Тому вчинки людей у життєвих ситуаціях визначаються, головним чином, здатністю стримувати себе і реагувати відповідно до норм, установлених суспільством. З огляду на це поведінка вихованої людини майже ніколи не відповідає запрограмованому типу вищої нервової діяльності.



Іл. 126. Представники різних типів темпераменту

Вища нервова діяльність. Збудження. Гальмування. Показники нервових процесів: сила, урівноваженість рухливість. Типи вищої нервової діяльност.

Під час космічного польоту чи тривалих експедицій складаються ситуації, що потребують особливої психологічної обстановки, особливих відносин. У їх основі лежить психологічна сумісність. Досліджено, що найбільш сумісними є люди з протилежними типами темпераменту: холерик — флегматик, сангвінік — меланхолік. Чому?

1. Що характеризує поведінку людини? **2.** Що таке вища нервова діяльність людини? **3.** Хто автор вчення про вищу нервову діяльність? **4.** Які нервові процеси лежать в основі вищої нервової діяльності? **5.** Які основні властивості притаманні нервовим процесам? **6.** Які основні типи вищої нервової діяльності розрізняють? Схарактеризуйте їх.

7. Поясніть взаємодію процесів збудження і гальмування в корі півкуль головного мозку. **8.** Як ви вважаєте, чи можна змінити тип вищої нервової діяльності? Чому? **9.** Розгляньте іл. 124 і визначте типи вищої нервової діяльності власників капелюхів.

10. Поспостерігайте за поведінкою членів своєї родини. Висловте припущення, який тип вищої нервової діяльності характерний для кожного з них. Чи є в родині люди з подібним типом ВНД?

11. Чи можна виправдати поведінку, що проявляється в нестриманості, агресивності, зухвалості, типом вищої нервової діяльності? **12**. Користуючись додатковими джерелами інформації підготуйте повідомлення про внесок вітчизняних науковців (Д. С. Воронцова, П. Г. Костюка, О. О. Кришталя та ін.) у вивчення вищої нервової діяльності.

Дослідницький практикум

Тема: **Визначення особистого типу вищої нервової діяльності.**

Мета: визначити свій тип вищої нервової діяльності та з'ясувати його зв'язок з індивідуальними особливостями поведінки.

Матеріали: анкета для визначення типу темпераменту (додаток 4).

Хід дослідження

1. Дайте відповіді на запитання анкети, яка дає можливість виявити ваш тип темпераменту — зовнішній прояв ВНД.Поставте знак «+» біля рис (властивостей), притаманних вам, і знак «–» — біля не притаманних. *Намагайтеся бути об'єктивними.*

2. Обчисліть кількість знаків «+» для групи запитань, позначте їх певним символом: 1–20 ($Т_Х$), 21–40 ($Т_С$), 41–60 ($Т_Ф$), 61–80 ($Т_М$).

3. Для обчислення частки (К) кожного з типів темпераменту скористайтеся формулами:

$$К\ холерика = \frac{Тх}{Т};\quad К\ сангвініка = \frac{Тс}{Т};\quad К\ флегматика = \frac{Тф}{Т};\quad К\ меланхоліка = \frac{Тм}{Т},$$

де $Т = Т_Х + Т_С + Т_Ф + Т_М$.

Якщо частка будь-якого з типів темпераменту становить 40 % і більше, то даний тип темпераменту у вас є домінантним, якщо 30–39 % — яскраво вираженим, 20–29 % — середньо вираженим, до 20 % — слабо вираженим.

4. Який тип темпераменту переважає у вас?

5. Користуючись *табл. 8,* установіть відповідність вашого темпераменту типу ВНД.

6. Зробіть висновок про тип вищої нервової діяльності, встановивши зв'язок з індивідуальними особливостями поведінки.

§ 49. Безумовні рефлекси. Інстинкти

Пригадайте, що таке інстинкт. Наведіть приклади інстинктивної поведінки тварин. Які рефлекси людина має від народження?

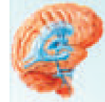
Особливості та різноманітність безумовних рефлексів. Вроджена поведінка спадково запрограмована в нервовій системі. Її основою є безумовні рефлекси. Вони проявляються внаслідок дії адекватного подразника. *Адекватним* називають подразник, до дії якого орган пристосований. Наприклад, світло є адекватним подразником для сітківки ока, їжа — для рецепторів ротової порожнини. Нащадки успадковують безумовні рефлекси від батьків.

Оскільки безумовні рефлекси є *вродженими*, вони мають готові анатомічно сформовані рефлекторні дуги ще до моменту народження дитини. У їхньому функціонуванні основну роль відіграють підкіркові ядра, стовбур мозку, спинний мозок. Разом з тим безумовні рефлекси перебувають під контролем кори головного мозку.

БЕЗУМОВНІ РЕФЛЕКСИ — вроджені, відносно постійні реакції організму на дію зовнішнього або внутрішнього середовища.

ІНСТИНКТИВНА ПОВЕДІНКА — форма поведінки людини, зумовлена складними безумовно-рефлекторними реакціями — інстинктами.

Безумовні рефлекси є *видовими реакціями*, які характерні для всіх людей. Вони зберігаються протягом усього життя людини. Безумовні рефлекси визначають певну, чітко окреслену програму поведінки, яка забезпечує пристосування організму до стабільних умов життя.



До безумовних рефлексів людини належать рефлекси, які пов'язані з регуляцією процесів життєдіяльності (дихання, серцебиття, сечовиділення, блювання, дефекація, терморегуляція тощо). Серед них виділяють **харчові рефлекси** — виділення слини, жовчі, шлункового, підшлункового та кишкового соків, ковтання, хвилеподібні скорочення стінок травного тракту. Безумовними є **захисні рефлекси** — кашель, чхання, мигання, відсмикування руки під час дотику до гарячого предмета. Вони забезпечують захист організму від дії небезпечних чинників. **Орієнтувальні рефлекси** проявляються повертанням голови й тіла в бік подразника. Вони виникають щоразу під час дії незнайомих або життєво важливих подразників. У статевозрілих людей проявляються **статеві рефлекси**, пов'язані з розмноженням та піклуванням про дітей.

Дослідимо безумовний рефлекс на прикладі зміни діаметра зіниці ока.

Лабораторне дослідження

Тема: **Визначення реакції зіниць на світло.**

Мета: дослідити безумовний рефлекс зміни діаметра зіниць під впливом світлових подразнень.

Обладнання: ліхтарик або настільна лампа.

Хід дослідження

Роботу слід виконувати в парах.

1. Перший учень повертається обличчям до джерела світла. Другий учень вмикає ліхтарик або настільну лампу; визначає приблизний діаметр зіниць першого учня.
2. Перший учень затуляє долонею очі на 10–15 с. Потім він швидко відводить руку від очей, а другий знову фіксує діаметр зіниць. Як змінився діаметр зіниць? Чому?
3. Чи змінився діаметр зіниць через 2 хв після затуляння очей? Про що це свідчить?
4. Зробіть висновок про пристосувальне значення безумовного рефлексу зміни діаметра зіниць під впливом світлових подразнень.



Іл. 127. Вроджені рефлекси: а — смоктальний; б — хапальний

Дитина народжується з певним набором безумовно-рефлекторних реакцій. У реакції-відповіді на подразнення бере участь практично весь організм, що пов'язано з поширенням збудження в центральній нервовій системі. У новонароджених дітей спостерігаються рефлекси: дихальний, смоктальний, згинальний, мигальний, хапальний, рефлекси на больові та температурні подразники, на зміну положення тіла тощо (іл. 127). Сила хапальних рефлексів у дітей настільки значна, що вони здатні висіти, ухопившись за палець дорослої людини.

Новонароджені діти розрізняють солодке, гірке, кисле і солоне. Вони реагують на них смоктальними рухами або зморщуванням обличчя, скривленням рота, випинанням губ і язика.

Чимало безумовних рефлексів проявляються не відразу після народження, а виникають за певний час. До

таких рефлексів належить орієнтувальний. У перші дні життя дитини він виявляється в загальному здриганні, затримці дихання, тимчасовому пригніченні рухової активності. Потім у немовляти чітко виявляється орієнтувальний рефлекс на світло та звук: дитина спрямовує очі на подразник, повертає голову.

Інстинкти та їх значення для поведінки людини. **Інстинкти** — це сукупність складних вроджених безумовно-рефлекторних дій.

Інстинкти здійснюються під впливом основних біологічних потреб (захисних, харчових, статевих та інших) і спрямовані на їх задоволення. Інстинктивна діяльність людини базується на вроджених зв'язках підкіркових центрів з корою півкуль головного мозку. Розрізняють чотири види найпростіших інстинктів: *материнський, здобування їжі, статевий, захисний*.

Інстинкти формують **інстинктивну поведінку людини**. Це діяльність, зумовлена вродженими реакціями на дію подразника. Вона є низкою послідовних дій — поведінкових актів, однакових для всіх людей. Інстинкти виникають у відповідь на певні зміни в навколишньому середовищі. Під впливом зовнішніх (наприклад, зміни температури довкілля) чи внутрішніх (наприклад, виділення апетитного соку) у нервових центрах накопичується специфічна енергія дії. Вона зумовлює пошукову поведінку, спрямовану на задоволення певної потреби (зігрівання, угамування голоду, спраги тощо). Виявляється така поведінка в окремих рухах, жестах, зовнішніх виявах фізіологічних процесів.

Інстинкти можуть виявлятися у відповідний період індивідуального розвитку, не потребуючи спеціального навчання або тренування. Вони реалізуються дуже швидко і майже завжди безпомилково. Завдяки інстинктам організм може зберігати цілісність упродовж усього життя. Однак вони не можуть забезпечити цілковите пристосування організму до мінливих умов навколишнього середовища.

Інстинкти в процесі індивідуального розвитку людини можуть змінюватися, що призводить до зміни поведінки. Наприклад, материнський інстинкт спонукає матір піклуватися про свою дитину. Однак є непоодинокі випадки, коли матері відмовляються від своїх дітей. Це може бути результатом впливу алкоголю, наркотиків тощо, які пригнічують діяльність кори головного мозку.

NB **Безумовні рефлекси. Інстинкти. Прояви інстинктивної поведінки**

ЕРУДИТ ONLINE

Засновник наукового напряму психоаналізу Зигмунд Фройд вважав, що в основі поведінки людини лежить її прагнення задовольнити вроджені інстинкти, а саме: *інстинкт життя*, який спонукає до самозбереження і відтворення собі подібних, та *інстинкт смерті* — прагнення до руйнування, знищення. *Чи погоджуєтесь ви з думкою вченого?*

1. Назвіть ознаки безумовних рефлексів. **2.** Що таке інстинкт? **3.** У чому полягає біологічна роль безумовних рефлексів? **4.** Наведіть приклади безумовних рефлексів. **5.** Наведіть приклади інстинктивної поведінки людини.



6. Чи зберігатимуться безумовні рефлекси в людини, якщо пошкоджена кора великого мозку? Чому? **7.** Чи можливо лише за рахунок безумовних рефлексів пристосуватися до мінливих умов навколишнього середовища? **8.** Чи погоджуєтеся ви з думкою, що вихована людина керує своїми інстинктами? Чому? **9.** Чи можна стверджувати, що негативні риси людини (егоїзм, агресивність, жорстокість) є проявами інстинктивної поведінки? Відповідь обґрунтуйте.



10. Наведіть приклади, коли всупереч інстинкту самозбереження людина здійснює героїчні вчинки. Чому вона це робить? **11.** Висловте своє ставлення до випадків, коли мати, народивши дитину, відмовляється від неї. Чому переважна більшість людей негативно ставиться до такої поведінки?

§ 50. Умовні рефлекси

Наведіть приклади набутої поведінки тварин. Яке значення рефлексів, що з'являються в людини в результаті індивідуального досвіду?

Умовні рефлекси та умови їх утворення. Поведінка людини як біосоціальної істоти є результатом її індивідуального життєвого досвіду, який формується на основі **умовних рефлексів**. У їх здійсненні основна роль належить корі великого мозку.

Кожна людина набуває умовних рефлексів індивідуально. Вони мають тимчасовий характер, бо формуються за певних умов і змінюються протягом життя людини.

Наприклад, якщо людина ніколи не куштувала страв з мідій, то вигляд цієї їжі не викликатиме в неї рефлексу слиновиділення. Якщо вона її скуштує і їжа їй смакуватиме, то в людини виробиться рефлекс слиновиділення на вигляд і запах такої страви. Якщо людина звикла обідати в той самий час, то в неї сформований рефлекс на час приймання їжі.

УМОВНІ РЕФЛЕКСИ — індивідуально набуті протягом життя або спеціального навчання рефлекторні реакції, які виробляються на базі безумовних рефлексів.

НАБУТА ПОВЕДІНКА — форма поведінки, яка є результатом індивідуального життєвого досвіду людини.

Утворення умовних рефлексів дослідив Іван Павлов. Досліджуючи рефлекси головного мозку, він зауважив, що рефлекторна діяльність залежить від впливу різних за значенням подразників. Одні з них мають безпосередній вплив на певні фізіологічні процеси організму. Дія інших подразників залежить від умов, які супроводжують ці подразнення. Наприклад, для процесу харчування їжа — подразник, який має біологічне значення і спричиняє слиновиділення, а світло — байдужий подразник.

У досліді з собакою ці подразники вчений поєднував у часі так, щоб дія світла на кілька секунд випереджала споживання їжі. Після низки повторень слина починала виділятися за спалаху лампочки й відсутності їжі. Світло, байдужий подразник щодо слиновиділення, Іван Павлов назвав *умовним*, оскільки він є умовою, за якої проходило споживання їжі. Подразник, який має біологічне значення (їжа), учений назвав *безумовним*. Фізіологічна реакція слино-

виділення, яка відбувається внаслідок дії умовного подразника, — приклад умовного рефлексу.

На основі досліду із собакою Іван Павлов виділив **чотири умови утворення умовних рефлексів**.

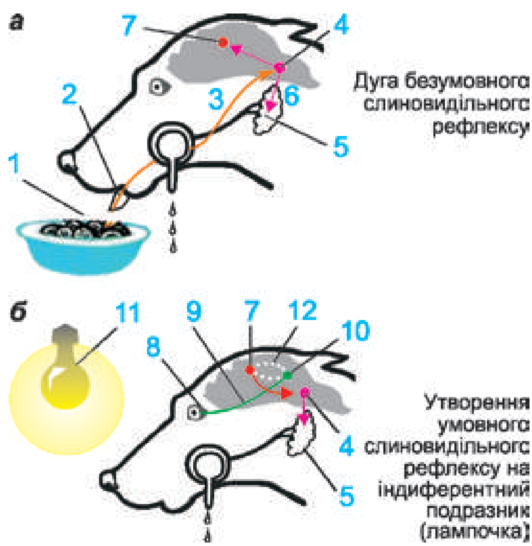
Перша умова: одночасна дія двох подразників — умовного, тобто байдужого для даного виду діяльності (він у подальшому стає умовним сигналом), і безумовного подразника, який викликає певний безумовний рефлекс.

Друга умова: умовний подразник повинен випереджати дію безумовного і бути фізіологічно слабшим, ніж безумовний.

Третя умова: кількаразове підкріплення умовного подразника безумовним.

Четверта умова: відсутність дії сторонніх подразників.

Механізм утворення умовних рефлексів. Іван Павлов з'ясував, що за одночасної дії на два різні аналізатори в різних чутливих зонах півкуль головного мозку виникає збудження. З часом між цими ділянками збудження (центрами двох рефлексів) утворюється зв'язок. Щоб зрозуміти це, розглянемо шлях безумовного рефлексу слиновиділення (іл. 128 а). *За малюнком опишіть рефлекторну дугу цього рефлексу.* Одночасно зі збудженням центру слиновиділення в довгастому мозку імпульс провідними шляхами потрапляє в харчовий центр кори великого мозку. Коли спалахує лампочка, імпульси від рецепторів ока собаки зоровими нервами надходять до *зорового центру* (іл. 128 б).



Іл. 128. Утворення умовного слиновидільного рефлексу:
1 — безумовний подразник (їжа);
2 — рецептори ротової порожнини;
3 — чутливий шлях;
4 — слиновидільний центр довгастого мозку;
5 — слинні залози;
6 — руховий шлях;
7 — харчовий центр кори великих півкуль;
8 — рецептори ока;
9 — зоровий нерв;
10 — зоровий центр кори великих півкуль;
11 — лампочка;
12 — тимчасовий зв'язок

Якщо подразнення світлом підкріплюється годуванням, виникає збудження в обох кіркових центрах (зоровому та харчовому).

За багаторазового поєднання в часі умовного світлового подразника з безумовним подразником (їжею) утворюється **тимчасовий нервовий зв'язок** між центрами безумовного рефлексу й умовного

подразника (іл. 128 б). В утворенні даного зв'язку бере участь значна кількість нейронів. Тому під час вмикання лампочки ще до годування збудження із зорового центру проводиться по тимчасовому нервовому шляху в харчовий центр. Звідти воно потрапляє в центр слиновиділення (у довгастому мозку), а з нього — до слинних залоз. Так відбувається умовний рефлекс слиновиділення. Такий механізм характерний для багатьох умовних рефлексів, з яких формується поведінка людини.

Значення умовних рефлексів для поведінки людини. Умовні рефлекси є пристосувальними реакціями організму, які визначаються умовами життя людини і дають можливість заздалегідь адаптуватись до нових умов. Вони мають попереджувальне сигнальне значення, оскільки організм починає реагувати цілеспрямовано до того, як почне діяти життєво важливий подразник. Тому умовні рефлекси забезпечують людині можливість заздалегідь оцінювати небезпеку або корисність подразника, здійснювати цілеспрямовані дії та свідомо уникати помилок.

Сформовані у процесі індивідуального досвіду реакції на вплив середовища називають **набутою поведінкою**. Індивідуальний досвід набувається різними шляхами, в основі яких лежить загальна здатність живих організмів до навчання. У процесі навчання людина засвоює знання, нагромаджені людством, набуває вмінь і навичок соціально зумовленої поведінки. Набута поведінка — основа життя людини як біосоціальної істоти. Вона визначається нормами, правилами, принципами співіснування в тому чи іншому соціальному середовищі.

Набута поведінка пов'язана з утворенням та гальмуванням умовних рефлексів. Утворення умовних рефлексів у людини починається з перших днів життя. Якщо мати годує дитину в той самий час, утворюється умовний рефлекс на час годування. Через 1–2 тижні в немовляти проявляється рефлекс на його положення для годування. З розвитком дитини кількість умовних рефлексів збільшується. Утворюються умовні рефлекси на зорові подразники: дитина тягнеться до грудей матері, до пляшечки, з якої смокче молоко, до ложечки, з якої її годують. З віком стрілка на годиннику сигналізує дитині про те, що час іти до школи, дзвоник у школі — про початок або закінчення уроку.

В основі зникнення умовних рефлексів лежить гальмування. *Пригадайте, що таке гальмування.* Розрізняють два види **гальмування умовних рефлексів** — *безумовне* й *умовне*. Безумовне гальмування полягає в тому, що умовний рефлекс гальмується, якщо на організм починає діяти сильний сторонній подразник. Завдяки цьому процесу поведінка людини може змінюватися залежно від подій. Вона зосереджує увагу на події, яка є найважливішою для неї в поточний момент. У людини безумовне гальмування з'являється з перших днів життя. Наприклад, дитина перестає смоктати, якщо раптово лунає різкий звук

або в неї щось заболить. Умовне гальмування виникає, якщо умовний подразник багато разів не підкріплюється безумовним. Реакція-відповідь поступово слабшає, а потім зникає взагалі. Наприклад, умовним гальмуванням можна пояснити тимчасову втрату навички гри на музичному інструменті, якщо тривалий час не грати на ньому.

Протягом життя можуть утворюватися нові умовні рефлекси, а старі, які не мають підкріплення, згасати. Це зумовлює доцільні зміни поведінки в нових умовах.

Умовні рефлекси. Умови і механізм утворення умовних рефлексів. Прояви набутої поведінки

За умовних рефлексів, як і за безумовних, діє *зворотний зв'язок*. Сигнал про те, що відбулась умовно-рефлекторна реакція, надходить у кору головного мозку. Він дає можливість центральній нервовій системі оцінити поведінкові акти і підготуватись до нового рефлексу. Без такої оцінки неможливе точне пристосування поведінки до постійно мінливих умов середовища.

1. Що таке умовний рефлекс? **2.** Назвіть умови утворення умовних рефлексів. **3.** Що лежить в основі механізму утворення умовних рефлексів? **4.** Яке значення умовних рефлексів у житті людини? **5.** Наведіть приклади умовних рефлексів, які формуються в процесі індивідуального розвитку людини. **6.** Яке значення гальмування умовних рефлексів для формування набутої поведінки людини?

7. Які основні відмінності між безумовними й умовними рефлексами? **8.** Чому Іван Павлов назвав зв'язки, що виникають у корі великого мозку під час утворення умовних рефлексів, тимчасовими? **9.** Поясніть ситуацію. Граючись біля куща шипшини, хлопчик сильно подряпався. Згодом він почав обережно обходити кущі. Чому?

10. Що ви відчуваєте, коли бачите смачну їжу, сприймаєте її запах або чуєте подзенькування посуду? Раптом задзвонив телефон. Що з вами відбувається? Чому? **11.** Уявіть, що ви вдягнули новий костюм, у якому кишені розташовані в інших місцях, ніж на старому одязі. Опишіть свою поведінку протягом кількох днів щодо пошуку кишень. Поясніть її.

12. Поясніть поведінку школярів. Учні писали диктант. Почувши різкий звук сирени пожежної машини, вони припинили виконувати роботу. Які процеси лежать в основі такої поведінки? **13.** Чому, коли читаєш цікаву книжку, не помічаєш багатьох подій довкола?

§ 51. Особливості вищої нервової діяльності людини. Мова

Пригадайте, як спілкуються між собою тварини. Які сигнали вони при цьому використовують? Яке значення мови для життя людини?

Особливості вищої нервової діяльності людини. Людина, як і тварина, пристосовуючись до умов навколишнього середовища, сприймає різноманітні сигнали — світлові, звукові, хімічні тощо — та реагує на них. Для людини і для тварин характерна **перша сигнальна система**. Вона виявляється як у безумовних, так і в умовних рефлексах, що формуються на будь-які подразники навколишнього середовища, окрім слова. За допомогою першої сиг-

нальної системи людина і тварини сприймають органами чуття сигнали з навколишнього середовища, фіксують їх у мозку, безпосередньо відображають об'єктивну реальність у формі відчуттів.

У людини є ще **друга сигнальна система.** Її визначає здатність реагувати на систему подразників-сигналів у вигляді символів і знаків, які позначають різні явища і предмети навколишнього світу. Таким подразником є *слово* — «сигнал сигналів». Сигнальне значення слова для людини визначається не простим поєднанням звуків, а змістовим наповненням. Наприклад, у собаки можна виробити умовний рефлекс на слова — «голос», «сидіти», «поруч». У цьому випадку утворення умовного рефлексу пов'язане з певним поєднанням звуків, а не зі смисловим значенням слів. Якщо замінити одне слово іншим, близьким за смисловим значенням («голос» — «погавкай»), собака не реагуватиме. Людина ж реагує на смислове значення слова, тобто розуміє подібність слів (наприклад, «гаразд», «о'кей», «добре» тощо).

ПЕРША СИГНАЛЬНА СИСТЕМА — це діяльність кори головного мозку, спричинена безпосереднім впливом на сенсорні системи чинників зовнішнього та внутрішнього середовищ.

ДРУГА СИГНАЛЬНА СИСТЕМА — діяльність кори головного мозку, яка проявляється в умовних рефлексах, що формуються на своєрідний подразник — слово.

МОВА — система знаків, засіб передачі інформації та спілкування між людьми.

МОВЛЕННЯ — спілкування людей за допомогою мови.

Друга сигнальна система цілісно відображає об'єктивний світ лише тоді, коли постійно зберігається її узгоджена взаємодія з першою сигнальною системою. Протягом перших місяців життя в дитини вже виявляються умовні рефлекси на слово, але сприймає вона його лише як звуковий подразник. Для розвитку другої сигнальної системи необхідне поєднання конкретного образу з його словесним позначенням. Наприкінці першого року життя слово набуває для дитини смислового значення. Ще до того як, дитина починає розмовляти, вона вже розуміє сутність слів.

Вищу нервову діяльність людини забезпечує *взаємодія* обох сигнальних систем, які тісно пов'язані. Друга сигнальна система функціонує завдяки інформації, яка надходить від першої, трансформуючи її у специфічні поняття. Слово виражає *поняття*, у якому відображаються суттєві властивості певних об'єктів і явищ. Наприклад, дитина простягає руку до чашки з гарячим чаєм і відсмикує її. Мама їй при цьому каже: «Гаряче». Наступного разу, щойно мама вимовить слово «гаряче», дитина відсмикне руку.

Значення другої сигнальної системи. Друга сигнальна система забезпечує людині здатність осягати велику кількість сигналів, які надходять до головного мозку. Це зумовлює всебічну орієнтацію людини в навколишньому світі. Завдяки другій сигнальній системі в головному мозку людини навколишня дійсність відображається шляхом узагальнення понять за допомогою слів.

Наприклад, слово «звірі» узагальнює різних тварин: ведмедя, лисицю, білку, вовка тощо. Людина узагальнює словами не лише предмети, їх властивості, а й свої відчуття і переживання. За допомогою слів вона передає інформацію, виражає свої емоції, регулює поведінку. Друга сигнальна система є соціально зумовленою. Поза суспільством, без спілкування з іншими людьми вона не розвивається. *Пригадайте поведінку дітей-мауглі.*

Розвиток й удосконалення другої сигнальної системи відбувається безперервно в процесі навчання людини. Для її нормального функціонування необхідна взаємодія різних зон кори головного мозку.

Мова та мовлення. Люди спілкуються між собою за допомогою мови, яку розуміють як особливу систему символів передачі інформації. Завдяки мові люди здобувають знання, передають їх нащадкам, обмінюються думками, організовують спільну діяльність. Структурною одиницею мови є **слово**.

Люди вимовляють слова вголос і сприймають їх на слух, передають інформацію за допомогою письма, жестів. Слово має три форми вираження — слово почуте, слово побачене, слово зображене. Відповідно й розрізняють три **форми вираження мови** (іл. 129): *слухову, зорову, рухову (письмову й мову жестів)*. Реалізація кожної форми забезпечується функціонуванням відповідного аналізатора. *Поміркуйте, якого саме.*



Іл. 129. Форми вираження мови: а — слухова; б — зорова; в, г — рухова

Мова пов’язана з мовленням. Фізіологічною основою **мовлення** є умовно-рефлекторна діяльність кори великого мозку на подразник — слово. Важливу роль у мовленні відіграють центри кори головного мозку. У лівій півкулі великого мозку розташовані три центри мови. *Слуховий центр мови* забезпечує можливість чути і розуміти мову (іл. 135). *Зоровий центр мови* забезпечує читання і розуміння письма. *Руховий центр мови* забезпечує можливість писати і жестикулювати. Завдяки внутрішнім зв’язкам кори центри мови утворюють єдину систему, яка здійснює сприйняття й аналіз мовних сигналів та відповідну реакцію на словесні подразнення.

У становленні мовлення виділяють етапи: вимовляння окремих звуків і складів (2–6 місяців); прояв перших ознак умовного рефлексу на слово, його зміст (6–8 місяців); виникнення рухового мовлення — вимова осмислених слів

(10–12 місяців). У рік діти розуміють лише 10−12 слів. Активне опанування слова починається в 1 рік і 2 місяці, а в 1,5 року словниковий запас дитини налічує вже 50−70, у 3 роки — 1 200−1 500 слів. На третьому році життя дитина оволодіває граматичною структурою мови. У 6–7 років формується здатність до *внутрішнього мовлення* (відтворення інформації людиною подумки).

Перша сигнальна система. Друга сигнальна система. Мова. Центри мови

Дослідження свідчать: якщо дитину з раннього дитинства (до 7–8 років) одночасно навчати розмовляти, а потім читати і писати двома мовами, то мозок «вносить» обидві мови в ту саму ділянку кори лівої півкулі. Деякі слова для більшої надійності розміщуються в лівій та правій півкулях, де також збираються дані про інтонацію і вимову. Іноземну мову дитина засвоює як рідну, запам'ятовує її на все життя і розмовляє без акценту. У тих дітей, які вивчають мову після 8 років, інформація зосереджується лише в лівій півкулі мозку й зберігається менш тривалий період, ніж та, що засвоєна в ранньому дитинстві.
Обговоріть доцільність вивчення іноземних мов з раннього дитинства.

1. Що таке перша і друга сигнальні системи? **2.** У чому полягає відмінність вищої нервової діяльності людини і тварин? **3**. Який взаємозв'язок існує між першою та другою сигнальними системами? **4.** Чому слово вважають «сигналом сигналів»? **5.** Що таке мова і мовлення? Які форми вираження мови розрізняють? **6.** Що є фізіологічною основою мовлення? **7.** Де розташовані центри мови та яке їх значення?

8. Чому поведінка людини значно складніша, ніж поведінка тварин? **9.** Чому мову називають суспільним явищем? **10**. Деякі дресировані папуги можуть вимовляти окремі слова і навіть речення. Чи означає це, що в них є друга сигнальна система?

11. На підставі врахування взаємодії та врівноваженості першої та другої сигнальних систем виділяють такі типи вищої нервової діяльності: художній, мисленнєвий і середній. Чим вони характеризуються? Яким людям, на вашу думку, притаманні ці типи ВНД?

§ 52. Навчання та пам'ять

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», які розрізняють види навчання. Від чого вони залежать? Яка роль пам'яті в житті людини? Чи відрізняється пам'ять у людей різного віку і професій?

Значення та сутність навчання. Для того, щоб повноцінно жити в мінливих умовах навколишнього середовища, людина має вчитися..

У процесі **навчання** людина пізнає навколишній світ (знання, уміння та навички) і набуває нових форм поведінки (звички). **Знання** — це узагальнений досвід людства, виражений у фактах, поняттях, теоріях тощо.

Уміння — це свідоме застосування знань для виконання складних дій у різних умовах. **Навичка** — автоматизована дія, тобто доведена до досконалості внаслідок багаторазового повторення (без істотної участі свідомості в

її здійсненні). **Звички** — це типові дії або особливості поведінки, які стали потребою людини. *Наведіть приклади позитивних і негативних (шкідливих) звичок.*

Навчання здійснюється на основі вироблення умовних рефлексів різного рівня складності. Розрізняють навчання: *цілеспрямоване* — довільне навчання, коли людина ставить перед собою мету чогось навчитись; *нецілеспрямоване* — мимовільне навчання — як побічний продукт інших видів діяльності. Наприклад, виконання домашніх завдань є цілеспрямованим навчанням. А перегляд інформації в соціальних мережах — це мимовільне набуття знань.

Види навчання. Під час навчання людина може набувати досвід різними способами. Вони визначають *вид навчання*. Одним із видів навчання є **звикання** — процес, у результаті якого організм навчається ігнорувати якийсь постійний подразник. Під час звикання згасають наявні реакції. Наприклад, дитина спочатку лякається, коли бачить, як дерева хитаються від вітру, згодом звикає до цього явища і не звертає на нього уваги. Людина здатна засвоювати чужий досвід, мимовільно відтворювати рухи і дії, поведінку, манери діяльності інших людей шляхом **наслідування**. Наприклад, діти дошкільного віку в грі копіюють дорослих.

НАВЧАННЯ — це вид діяльності, пов’язаний із засвоєнням людиною досвіду людства.

ПАМ’ЯТЬ — це здатність людини фіксувати інформацію, обробляти, зберігати й відтворювати її в потрібний момент.

Навчання може здійснюватися шляхом «спроб і помилок», тобто **вправлянням** (*тренуванням*). Так, багато хто вчиться грати на гітарі, їздити на велосипеді, кататися на роликах та скейтборді тощо. Унаслідок багаторазового повторення дії доводяться до автоматизму, формуються навички.

У процесі навчання людина здатна для розв’язання нової задачі використовувати минулий досвід. Минає час, коли вона починає розуміти сутність проблемної ситуації й бачить з неї вихід. Момент, коли людина знаходить розв’язок задачі, над якою міркувала протягом тривалого часу, називають **осяянням** (*інсайтом*). Розповідають, що грецький учений Архімед, вигукнувши «Еврика!», вискочив з ванни, коли його осінило: він відкрив закон виштовхувальної сили рідини.

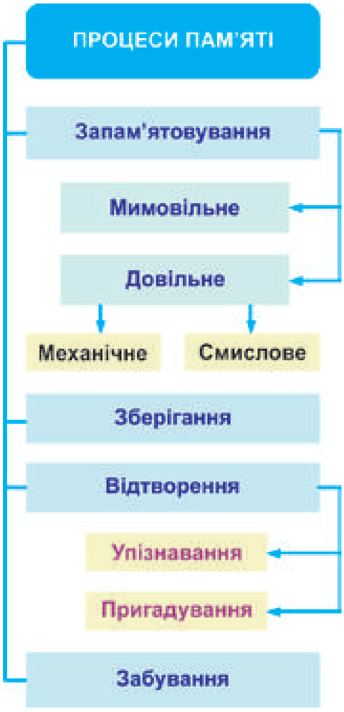
Пам’ять та її процеси. Важливу роль у навчанні відіграє **пам’ять**. Вона допомагає людині засвоювати знання, способи діяльності, передавати їх наступному поколінню, зберігати індивідуальний досвід. Без пам’яті неможливими були б розумова діяльність, уява, орієнтування в навколишньому середовищі.

В основі пам’яті лежить утворення тимчасових нервових зв’язків між новим збудженням і тими нервовими процесами, які мали місце раніше. Виявляється, ці процеси не зникають безслідно, а зберігаються в мозку у вигляді слідів. Сліди пам’яті — це відображення того, з чим людина стикалася в житті.

Людська пам'ять здатна зберігати два види інформації: видову (вроджену) та індивідуальну (набуту). Видова інформація нагромаджена видом *Homo sapiens* у процесі історичного розвитку, а індивідуальна — у процесі життя людини. З огляду на це розрізняють пам'ять видову й індивідуальну. *Видова пам'ять* проявляється безумовними рефлексами, інстинктами і передається спадково. *Індивідуальна пам'ять* реалізується умовними рефлексами і становить основу пристосувальної набутої поведінки.

Пам'ять характеризується чотирма головними **процесами** (іл. 130).

Запам'ятовування — це закріплення в пам'яті певної інформації. Розрізняють мимовільне і довільне запам'ятовування. *Мимовільне запам'ятовування* здійснюється тоді, коли людина не ставить спеціальної мети запам'ятати. Мимовільно запам'ятовується те, що цікавить, є незвичним, викликає емоції. *Довільне запам'ятовування* є цілеспрямованим і потребує вольових зусиль. Залежно від ступеня розуміння матеріалу воно буває *механічним* і *смисловим*.



Іл. 130. Процеси пам'яті

Механічне запам'ятовування здійснюється без розуміння сутності матеріалу, а смислове — тоді, коли людина розуміє матеріал, його смислові зв'язки і логіку побудови. За умови смислового запам'ятовування людина ефективніше застосовує знання для розв'язання різних завдань.

Зберігання забезпечує тривале утримання інформації в головному мозку людини. За осмисленого запам'ятовування в пам'яті зберігаються лише основні думки, а все другорядне зникає. За механічного запам'ятовування залишаються лише окремі розрізнені фрагменти.

Показником міцності запам'ятовування і водночас наслідком зберігання інформації є **відтворення**. Фізіологічною основою відтворення є пожвавлення в корі головного мозку людини раніше утворених тимчасових нервових зв'язків. Найпростіша форма відтворення — *упізнавання*, яке виникає за повторного сприймання предметів. Складнішою формою відтворення є *пригадування,* оскільки воно відбувається без повторного сприймання предмета. Пригадування може бути довільним, якщо людина бажає згадати щось конкретне, й мимовільним — незапланованим.

Якщо інформація не використовується, то вона поступово забувається. В основі **забування** лежить гальмування тимчасових нервових зв'язків у корі

головного мозку. Неспроможність що-небудь згадати не означає, що інформація про це повністю втрачена. Втрачається конкретна форма вираження інформації. Найбільш суттєве залишається в досвіді людини і використовується в різних формах її діяльності. Забування оберігає мозок від перевантаження.

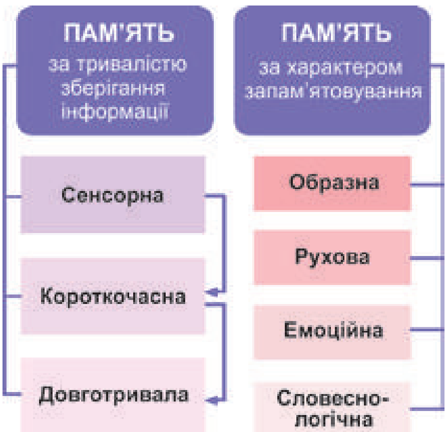
Види пам'яті. *За характером запам'ятовування* розрізняють óбразну, рухову, емоційну та словесно-логічну пам'ять.

Образна пам'ять пов'язана із запам'ятовуванням, зберіганням і відтворенням чуттєвих образів предметів і явищ, їх властивостей. Залежно від аналізатора, який бере участь у запам'ятовуванні, вона буває *зоровою, слуховою, смаковою, нюховою, дотиковою*. **Рухова** (*моторна*) **пам'ять** характеризується запам'ятовуванням, зберіганням і відтворенням людиною рухів, які є необхідною умовою успішного виконання багатьох видів діяльності. **Емоційна пам'ять** зумовлена запам'ятовуванням, зберіганням і відтворенням людиною емоційних переживань щодо яскравих, особливих подій у її житті. **Словесно-логічна пам'ять** — це запам'ятовування, зберігання і відтворення різних думок, понять, суджень, у яких відображаються предмети і явища, їх загальні властивості, істотні ознаки.

За тривалістю зберігання інформації виокремлюють сенсорну, короткочасну й довготривалу пам'ять (іл. 131).

Для **сенсорної пам'яті** характерне нетривале (до 2 с) зберігання інформації, яка фіксується в рецепторах. Вона використовується для здійснення людиною певних дій і операцій. Тому її ще називають *оперативною пам'яттю*.

Короткочасна пам'ять — це швидке запам'ятовування (після одноразового й нетривалого сприймання) і зберігання інформації на короткий термін (від кількох секунд до півгодини). Установлено, що мозок людини одночасно може переробити і запам'ятати лише певний обсяг інформації. Цей обсяг становить 7±2 інформаційних сигналів (слів, предметів, символів тощо). В основі короткочасної пам'яті лежить циркуляція нервових імпульсів по замкнених ланцюгах нейронів.



Іл. 131. Види пам'яті

Для тривалішого збереження інформації необхідне її кількаразове повторення. Тоді ця інформація зможе перейти в довготривалу пам'ять. **Довготривала пам'ять** забезпечує тривале зберігання інформації (знань, образів, переживань), яка закріплюється після багаторазового повторення і відтворення. Події, що відбуваються в дитинстві під впливом сильних емоцій, запам'ятовуються

на все життя. Досліджено, що протягом перших п'яти років життя людина фіксує в довготривалій пам'яті стільки ж інформації, скільки за все подальше життя. В основі довготривалої пам'яті лежать складні структурно-хімічні зміни в тілах нейронів або їх з'єднаннях.

Пам'ять людини має індивідуальні особливості. Комусь достатньо почути те, про що говорили на уроці, щоб запам'ятати матеріал, а комусь обов'язково потрібно кілька разів його прочитати. Дехто легко заучує вірші, але не може запам'ятати, як довести теорему, скласти хімічне рівняння тощо.

Розвиток пам'яті здійснюється шляхом постійного тренування. Ефективність запам'ятовування залежить від зосередженості, чіткості сприйняття матеріалу. Позитивні емоції, інтерес, прагнення досягти кращого результату сприяють кращому запам'ятовуванню. У процесі навчання перехід потрібної інформації в довготривалу пам'ять полегшується завдяки повторенню матеріалу. Ефективність запам'ятовування підвищується, якщо зміст зрозумілий, наявні логічні зв'язки між різними частинами матеріалу, якщо цей матеріал використовують під час виконання різноманітних завдань. Пам'ять погіршується під впливом алкоголю, токсичних речовин, наркотиків тощо.

Лабораторне дослідження

Тема: **Дослідження різних видів пам'яті.**

Мета: дослідити індивідуальні особливості й визначити вид пам'яті, що переважає.

Обладнання та матеріали: набір карток зі словами, аркуші чистого паперу, секундомір.

Хід дослідження

1. Прослухайте і запам'ятайте 10 слів, виразно зачитаних учителем з інтервалом 3 с. Після 10-секундної паузи запишіть у довільній послідовності слова, які ви запам'ятали на слух.
2. Після 5-хвилинної перерви уважно прочитайте і запам'ятайте інших 10 слів, написаних на окремих картках. Їх демонструє вчитель з інтервалом 3 с. Після 10-секундної паузи запишіть у довільній послідовності слова, які запам'ятали завдяки зоровій пам'яті.
3. Після 5-хвилинної перерви слухайте інші 10 слів, які диктує вчитель з інтервалом 3 с, й одразу записуйте їх ручкою на аркуші паперу. Після 10-секундної паузи запишіть на іншому аркуші в довільній послідовності слова, які запам'ятали завдяки руховій пам'яті.
4. Підрахуйте кількість правильно відтворених слів у кожному разі. Результати запишіть і порівняйте їх.
5. Зробіть висновок: який вид пам'яті переважає у вас?

NB **Навчання. Види навчання. Пам'ять. Види пам'яті**

ЕРУДИТ ONLINE

Відомі приклади людей з унікальною пам'яттю. Так, Гай Юлій Цезар та Александр Македонський знали в обличчя й на ім'я всіх своїх солдат — близько 30 тис. осіб. Моцарт у дитинстві міг, прослухавши один раз твір для хору та оркестру, точно записати його партитуру. *Визначте вид пам'яті, який переважав у цих знаменитостей.*

1. Що таке навчання? Яке його значення? **2.** Чим зумовлені різні види навчання. Назвіть їх. **3**. Що є основою пам'яті? Які процеси її забезпечують? **4.** Наведіть приклади різних видів пам'яті, пов'язаної зі зберіганням інформації. **5.** Схарактеризуйте сенсорну пам'ять. **6.** Чим відрізняється короткочасна пам'ять від довготривалої? **7.** Назвіть види пам'яті за характером запам'ятовування. Яке їх значення?

8. Чому важко подолати шкідливі звички і неправильно сформовані навички? **9.** У чому полягає корисність написання шпаргалок, якщо ними скористатися неможливо? **10.** Прокоментуйте висловлювання Івана Сєченова: «Людина, позбавлена пам'яті, постійно перебувала б у становищі новонародженого, була б істотою, не здатною нічого навчитися, ніщо опанувати».

11. Як змінюється ваша працездатність протягом шести уроків? Чому? З яких навчальних предметів ви легше сприймаєте й запам'ятовуєте матеріал? Який вид діяльності у вас найшвидше викликає втому і які заходи запобігання їй ви використовуєте? **12.** Серед індивідуальних характеристик пам'яті виділяють *обсяг, міцність, швидкість, точність* і *готовність*. На основі самоспостережень схарактеризуйте особливості своєї пам'яті. Як ви вважаєте, якою мірою особливості пам'яті визначають успіхи діяльності людини?

13. Часто буває, що, переглянувши перед уроком текст параграфа підручника, ви впевнені, що все засвоїли. Але коли вас викликають до дошки, ви не можете відтворити навчальний матеріал. Чому?

§ 53. Мислення та свідомість

З чим пов'язані відмінності в поведінці людини і тварин? Чому вид, до якого належить людина, називають Homo sapiens? Пригадайте, які функціональні зони розрізняють у корі великих півкуль.

Сутність мислення. Істотною ознакою людини як розумної істоти є мислення, яке виникає в процесі взаємодії людини з навколишнім світом. Джерелом мислення, його основою є чуттєве пізнання — пізнання довкілля за допомогою сенсорних систем. У процесі мислення людина пізнає такі явища, які не можна безпосередньо сприйняти органами чуття, виявляє істотні ознаки, властивості предметів та явищ, взаємозв'язки між ними. Мислення активізується тоді, коли в людини виникають запитання («Що це?», «Чому так?», «Як це влаштовано?» тощо), на які не можна отримати відповідь шляхом сприйняття тих чи інших об'єктів. Мислячи, людина оперує наявними в неї знаннями, відкриває невідоме у відомому і таким чином осягає нове.

МИСЛЕННЯ — процес відображення зв'язків і відношень між предметами та явищами дійсності, що забезпечує засвоєння нових знань.

У процесі мислення людина пізнає світ узагальнено та опосередковано (через слово). Будь-яка думка виникає і набуває свого розвитку в слові, а вдало дібране слово вдосконалює, уточнює думку. Особливу роль у процесі мислення відіграє внутрішнє мовлення. Воно сприяє виникненню думки й готує її до висловлення.

Фізіологічні основи та операції мислення. В основі мислення лежить вища нервова діяльність усієї кори головного мозку, перша і друга сигнальні системи. Перша сигнальна система забезпечує *предметн*е конкретне мислен-

ня. Друга сигнальна система забезпечує *абстрактне* мислення, яке значно розширює пристосувальні можливості людини. На основі наявної інформації, здібностей, навичок і звичок людина асоціює, тобто встановлює зв'язки між предметами.

Асоціації допомагають їй проникнути в глибину природних явищ, знайти подібні якості предметів, завдяки чому розкривається їх суть, особливості. Наприклад, кисле асоціюється з лимоном, солодке — із цукеркою.

Мислення, опираючись на знання, здійснюється через *аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, абстрагування, класифікацію*, тобто через **мисленнєві** (*розумові*) **операції** (іл. 132). Аналіз є першим етапом вивчення будь-якого предмета чи явища. Синтез забезпечує цілісне бачення об'єкта. Нерозривна єдність аналізу і синтезу реалізується в порівнянні, що є основою для узагальнення. Виділення істотних ознак дає можливість для класифікації. Абстрагування розкриває взаємозв'язки між об'єктами та явищами тощо.



Іл. 132. Операції мислення

Форми та види мислення. Виконання мисленнєвих операцій базується на **формах мислення** (іл. 133). *Поняття* відображає істотні властивості предметів. *Судження* відображає зв'язки між предметами та явищами, ствердження чи заперечення чогось. *Умовивід* — форма мислення, коли з одного або кількох суджень виводиться нове судження.



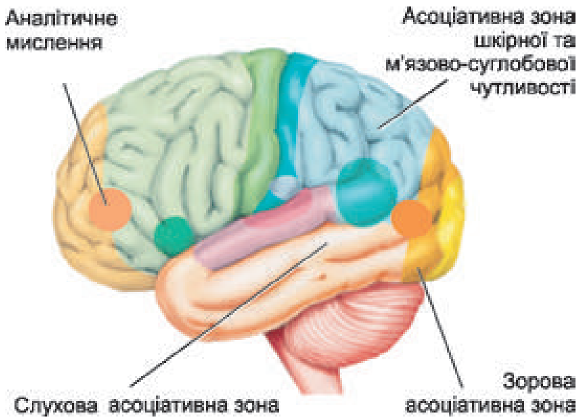
Іл. 133. Форми та види мислення

Виокремлюють різні **види мислення** (іл. 133). *Наочно-дієве мислення* ґрунтується на безпосередньому сприйнятті предметів. *Наочно-образне мислення* опирається на уявлення об'єкта, предмета. Особливістю *словесно-логічного мислення* є те, що воно здійснюється з опорою на поняття й судження.

Роль кори великих півкуль у мисленні. Вам відомо, що в корі півкуль головного мозку виділяють чутливі, рухові та асоціативні зони.

У мисленні людини важливу роль відіграють **асоціативні зони.** Вони здійснюють зв'язок між різними ділянками кори, об'єднуючи всі імпульси, які до них надходять, у цілісні акти научіння (читання, мову, письмо), логічного мислення, пам'яті та забезпечують доцільну поведінку (іл. 134). З асоціативними зонами кори пов'язане формування другої сигнальної системи.

Незважаючи на те що обидві півкулі головного мозку мають майже однакову анатомічну і мікроскопічну будову, роль кожної з півкуль у їхній спільній діяльності неоднакова. У виконанні одних функцій організму переважає права, інших — ліва півкуля. Це явище назвали **функціональною спеціалізацією кори головного мозку.**



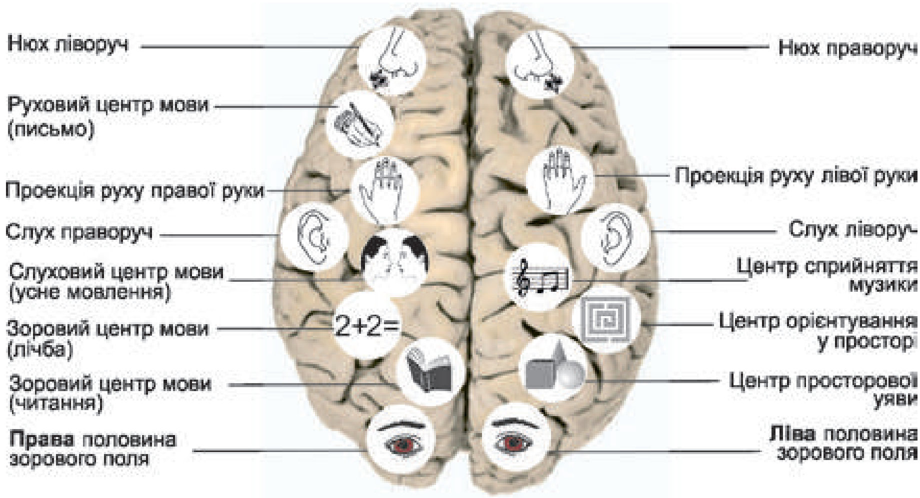
Іл. 134. Асоціативні зони кори півкуль головного мозку

За функціональними особливостями півкуль людей поділяють на *праворуких* і *ліворуких*. Нервові шляхи, які йдуть від органів до головного мозку, перехрещуються. Тому ліву частину тіла контролює права півкуля, а праву частину тіла — ліва півкуля. *У більшості людей ліва півкуля є домінантною.* Мовленнєву функцію зазвичай контролює ліва півкуля. Це спостерігається в усіх праворуких і в 70 % ліворуких. Домінантна ліва півкуля забезпечує в праворуких розуміння та формування усного й письмового мовлення, словесно-логічне мислення, читання. У ній є центр лічби та пам'яті (іл. 135).

Права півкуля у праворуких та в 70 % ліворуких відповідає за сприйняття, переробку, аналіз та синтез сигналів першої сигнальної системи. Чуттєво-образне сприйняття світу, емоції, почуття, уява, настрій переважно формуються у правій півкулі. Вона містить центри орієнтування в просторі й часі. Правій півкулі властиве чуттєво-образне, конкретне мислення. Музичні й художні здібності теж переважно визначаються функцією правої півкулі.

Незважаючи на певний розподіл функцій і складні взаємозв'язки, обидві півкулі функціонують узгоджено. Ліва півкуля дозволяє виокремити з довготривалої пам'яті відомості. Права півкуля швидко схоплює й відтворює оперативну інформацію. Завдяки лівій півкулі людина розв'язує логічні завдання, розмірковує, планує свої дії. Завдяки правій — сприймає цілісні образи й музику, упізнає обличчя та голоси, шум дощу, мріє. Ліва півкуля зумовлює життєрадісність і оптимізм, а права — тривогу й сум.

Людина цілісно сприймає навколишній світ завдяки взаємодії двох півкуль. Наприклад, якщо лунає дзвінок, «чують» його обидві півкулі. Проте ліва півкуля «не знає», чи то будильник, чи телефон, чи просто дзвонять у двері. Права півкуля «повідомляє»: дзвонить телефон, і людина відповідно вмикає його. Ліва півкуля «розуміє» слова, але «не може визначити», знайомий чи незнайомий голос лунає, чоловік це чи жінка. Права півкуля, не вникаючи в суть розмови, «підказує», хто говорить і з якою інтонацією вимовляє фрази.



Іл. 135. Схема розміщення центрів регуляції функцій організму в корі головного мозку

Свідомість та її фізіологічні основи. Свідомість — особлива функція мозку, властива лише людині. Вона відповідає за психічне відображення зовнішнього світу (сприйняття, запам'ятовування, мислення, уяву), за спілкування з іншими людьми, забезпечує цілеспрямовану поведінку людини і визначає її внутрішній стан. Свідомість забезпечує зв'язок людини з реальним світом, суспільством і собою. Вона виникає лише в суспільстві під впливом трудової діяльності та спілкування з іншими людьми.

СВІДОМІСТЬ — процес відображення дійсності мозком людини, який охоплює всі форми ВНД і зумовлює її цілеспрямовану діяльність.

У структурі свідомості виділяють чотири основні характеристики:

1. Здатність відображати навколишній світ за допомогою пізнавальних процесів. Основними серед них є відчуття, сприймання, мислення, уявлення. Порушення будь-якого з цих процесів призводить до розладу свідомості.

2. Здатність до самопізнання. Людина здатна пізнати своє «Я», а також поділяти світ на «Я» і «не-Я». Усвідомлене ставлення людини до своїх потреб і здібностей, потягів і мотивів поведінки, переживань і думок називають *са-*

мосвідомістю особистості. Вона формується під впливом життєвого досвіду людини і виявляється в здатності виділяти себе з навколишнього середовища.

3. Формування людиною цілей діяльності. Людина здатна передбачати майбутнє, ставити перед собою мету. При цьому вона оцінює різні мотиви, приймає рішення, контролює та корегує виконання дій. Своєю діяльністю людина впливає на навколишній світ.

4. Наявність емоційно-оцінних ставлень до всього, що відбувається навколо неї, до інших людей та до самої себе. Ставлення виявляється в почуттях та емоціях.

Фізіологічною основою свідомості вважають певний рівень активності головного мозку. Свідомість — це результат цілісної діяльності мозку, тісної взаємодії кори і підкіркових центрів. Це особливий стан мозку, за якого можлива реалізація вищих психічних функцій (пам'яті, мислення, уяви та інших). Формування свідомості насамперед залежить від чинників зовнішнього середовища. Цей процес пов'язаний з мовою, тому свідомість з'являється не відразу після народження, а розвивається в міру того, як набувається життєвий досвід. Людина усвідомлює лише ті процеси, які були перероблені мозком за допомогою слів.

Усвідомлене й неусвідомлене. Для процесу усвідомлення зовнішнього впливу важливою є тривалість активності нейронів кори великого мозку. Відмінність між усвідомленими і неусвідомленими реакціями полягає також у рівні активності мозку, яка визначається кількістю збуджених мозкових структур. Якщо працює незначна кількість нейронів кори і підкіркових структур, то такі реакції здійснюються як підсвідомі. А якщо реакції відбуваються за активності значної частини мозку, то вони усвідомлюються.

У людини регуляція внутрішніх функцій здійснюється на неусвідомленому рівні. Не усвідомлюються також деякі вроджені мотиви діяльності та поведінки, потяги, а також патологічні явища (марення, галюцинації). Основу поведінки, що здійснюється на рівні підсвідомості, становить життєвий досвід, міцні навички, які забезпечують виникнення майже миттєвих реакцій, автоматичних форм поведінки. Коли ж потрібне нестандартне рішення, тоді вмикаються свідомі механізми поведінкових реакцій.

Людині властива самосвідомість, завдяки якій вона здатна розуміти не лише навколишній світ, а й саму себе, своє ставлення до об'єктів довкілля. Вона виявляється в різних формах діяльності, спрямованих на себе: самоспостереження, самоаналіз, самоконтроль, самооцінка, самопочуття тощо. Завдяки їм людина має здатність до самовиховання. За допомогою **самовиховання** — свідомої діяльності, спрямованої на вироблення й удосконалення позитивних і подолання негативних звичок поведінки, — людина може виховувати в собі позитивні та усувати негативні риси.

Мислення. Функціональна спеціалізація кори головного мозку. Свідомість. Самовиховання

Учені намагаються з'ясувати механізми, які забезпечують безперервне усвідомлення навколишнього світу. Згідно з однією гіпотезою, цей процес ґрунтується на постійному зіставленні сигналів, які надходять через органи чуття, з інформацією, яку одержують з пам'яті. Мозок виконує таку роботу приблизно кожні 0,1 с, тобто людина автоматично згадує, яким був навколишній світ мить тому, і зіставляє з даним моментом. Виявлені зміни складаються в послідовний ланцюг, що забезпечує неперервність свідомості.

1. Що таке мислення? Що є його фізіологічною основою? **2.** Назвіть операції мислення. **3.** Які розрізняють форми та види мислення? **4.** Що називають функціональною спеціалізацією кори головного мозку? **5.** Яка півкуля головного мозку відповідає за логічне мислення? **6.** Які фізіологічні основи свідомості? **7.** У чому виявляється свідомість людини?

8. У чому полягає відмінність словесно-логічного й наочно-образного мислення? **9.** Проаналізуйте, яка півкуля великого мозку «визначає» відстань до предметів та «вирізняє» зі значної кількості різноманітних звуків шум автомашин, а яка «враховує» правила дорожнього руху, розшифровує дорожні знаки. **10.** Тривалий час ліворуких примушували в школі писати правою рукою. Проте згодом було встановлено, що переучування таких дітей є шкідливим для здоров'я. Чому? **11.** Чи притаманна свідомість для новонароджених дітей? Чому? **12.** Деякі людиноподібні мавпи за допомогою мови жестів можуть повідомити про свій емоційний стан та впізнають своє зображення в дзеркалі. Чи є це свідченням наявної в них свідомості? Чому?

13. Серед індивідуальних характеристик мислення виділяють такі: *глибина, широта, гнучкість, усвідомленість, самостійність, критичність.* На основі самоспостережень схарактеризуйте особливості свого мислення. **14.** Дайте відповідь на запитання «Хто я?» двадцятьма словами. Це можуть бути іменники й прикметники, які, на вашу думку, вас характеризують. Попросіть родичів і товаришів відповісти на це запитання за вас. Порівняйте одержані результати і зробіть висновок щодо об'єктивності вашої самооцінки. Складіть проект для самовиховання особистісних якостей.

15. Свідомість людини може бути не лише ясною і чіткою, а й зміненою. Змінені стани свідомості — це спосіб адаптуватися до змін зовнішнього або внутрішнього середовища, наприклад, під час засинання, за значної втоми, за екстремальних ситуацій. Змінені стани свідомості досягаються і штучно під час гіпнозу, медитації, а також під час дії психотропних засобів — алкоголю, наркотиків тощо. Чи можна виправдати поведінку людини, яка здійснила злочин у стані сп'яніння? Чому?

§ 54. Біоритми

З яких фаз складаються цикли: а) серцевий; б) дихальний? Які сезонні явища притаманні життю тварин?

Поняття про зовнішні й внутрішні біоритми. Вам уже відомо, що одним з фундаментальних законів природи є циклічність процесів, що відбуваються в ній. Функціонування всього живого на Землі — від клітини до біосфери — підпорядковане певним біологічним ритмам (біоритмам). Для будь-якого організму біоритми можна поділити на *зовнішні* та *внутрішні*. **Зовнішні біо-**

ритми — це адаптивні біологічні ритми, що виникли як пристосування організму до регулярних змін у навколишньому середовищі. Природні ритми мають геофізичну природу, пов'язані із циклічними змінами в навколишньому середовищі (обертання Землі навколо власної осі та навколо Сонця, а також Місяця навколо Землі). До них належать зміни дня і ночі, пір року, сонячна активність, електромагнітне поле Землі. Багато зовнішніх біоритмів, тобто змін у життєдіяльності організмів, збігається за періодом із природними ритмами. *Поміркуйте, які саме.*

БІОРИТМИ — це циклічні зміни процесів у живій системі.

Внутрішні біоритми — це передусім фізіологічні ритми організму, ритмічні протікання більшості фізіологічних процесів. Людині притаманні такі внутрішні біоритми: ритмічно б'ється серце, вдих змінюється видихом, сон чергується зі станом бадьорості. Ритмічно синтезуються речовини в клітинах, функціонують її органели. Певному ритму підпорядковуються поділ клітини, скорочення та розслаблення м'язів, робота залоз внутрішньої секреції, збуджуваність нервової системи.

Різноманітність біоритмів людини. Біологічні ритми мають різну частоту. Для людини характерні біоритми високої, середньої та низької частоти.

Біоритми високої частоти — це *ритми з періодом, що не перевищує півгодини*. Від таких біоритмів залежить діяльність серця, період биття якого становить 0,8 с; легень — частота дихання становить 16–20 циклів за 1 хв; головного мозку, де імпульси виникають за секунди; біохімічних реакцій, перистальтики кишечнику тощо.

Біоритми середньої частоти — це *добові ритми*. У людини виділяють понад 100 фізіологічних функцій, підпорядкованих добовій періодичності: сон і бадьорість, зміна фаз сну, виникнення через певний період почуття голоду, зміна температури тіла, артеріального тиску, об'єму та хімічного складу сечі, потовиділення, виділення гормонів, м'язової та розумової працездатності тощо. Наприклад, показники температури тіла й артеріального тиску зранку нижчі, а в другій половині дня — вищі. Максимум і мінімум активності різних біологічних процесів протягом доби не збігаються в часі. Наприклад, у ранкові години посилюється перистальтика кишечнику і моторна функція шлунку, відбувається очищення кишечнику. Увечері найбільш виражена видільна функція нирок.

Протягом доби для людини характерне коливання рівня процесів життєдіяльності: підвищена активність і працездатність (8–12 год), знижена активність — середина дня (13–16 год), другий максимум активності —16–20 год, мінімальна активність — ніч і початок ранку (22–8 год). Порушення звичних ритмів призводять до розвитку втоми. Проте не всім людям притаманні за-

значені вище коливання працездатності. Для кожної людини характерні індивідуальні особливості добового ритму. В одних людей («жайворонків») висока працездатність спостерігається протягом першої половини дня, в інших («сов») — протягом другої половини дня, пізно ввечері, уночі.

Біоритми низької частоти — *тижневі, місячні, сезонні, річні* ритми. До біологічних процесів цієї періодичності відносять ендокринні зміни, статеві цикли.

Тижневу періодичність мають інтелектуальні, емоційні й фізичні прояви. Протягом тижня працездатність людини нерівномірна. У перші дні тижня вона збільшується, досягає найвищого рівня в середу, а потім поступово зменшується, помітно спадаючи в неділю. *Місячні біоритми* пов'язані з коливанням гормональної та статевої активності людини протягом місяця (наприклад, менструальний цикл у жінок). *Сезонні біоритми* в людини збігаються за тривалістю з порами року. Так, узимку людині хочеться поспати довше, ніж улітку, спостерігається збільшення маси тіла. Улітку інтенсивніше відбувається обмін речовин, організм стійкіший до стресів. *Річні біоритми* людини виявляються в процесах росту. Діти ростуть швидше в першому півріччі календарного року. Як для зовнішніх, так і для внутрішніх ритмів настання чергової фази залежить насамперед від часу. Це важливий чинник, на який реагують живі організми, пристосовуючись до циклічних змін у природі. Здатність відчувати час називають «біологічним годинником».

Усі біоритми організму взаємопов'язані й свідчать про загальну періодичність поведінки людини.

Регуляція і зміни біоритмів. Вважають, що на рівні цілісного організму нашим «біологічним годинником» керує гіпоталамус. Саме в цій структурі головного мозку відбувається співвіднесення фізіологічних процесів в організмі з коливаннями освітленості, вологості, атмосферного тиску, температури повітря, стану магнітного поля Землі, сонячної активності. Ось чому за пониження атмосферного тиску в дощову погоду хочеться поспати, а сонячного травневого дня неможливо всидіти вдома. Під час магнітних збурень у багатьох людей болить голова.

Інколи добова циклічність життєдіяльності змінюється. У людини перебудова біоритмів настає не одразу, а захоплює кілька циклів і супроводжується порушеннями у фізіологічному стані організму. Наприклад, у людей, які здійснюють перельоти на значні відстані в широтному напрямку, спостерігається розбіжність їхнього фізіологічного ритму з місцевим часом. Організм спочатку продовжує функціонувати звично, а потім починає перебудовуватись. При цьому відчувається підвищена втомлюваність, нездужання, бажання спати вдень і працювати вночі. Період адаптації може тривати від кількох днів до двох тижнів.

Правила розумової діяльності. Нехтування природною здатністю організму до циклічних змін біологічних процесів може спричиняти втому. Зниження працездатності організму може бути результатом тривалої, напруженої чи однотипної розумової праці. Проявом втоми є насамперед порушення рівноваги процесів збудження і гальмування в корі головного мозку, що позначається на поведінці людини. Гальмування починає переважати над збудженням. Збудженим ділянкам центральної нервової системи потрібний відпочинок. Відновленню втраченої працездатності сприяють такі заходи: перехід від одного виду роботи до іншого (наприклад, читання тексту книги й записування в зошит); своєчасний відпочинок (розумова праця має тривати не більше ніж 2 год поспіль) та його правильна організація (відпочинок повинен обов'язково передбачати фізичну активність, ігри, прогулянки на свіжому повітрі). Дотримання розпорядку дня запобігає передчасній утомі під час розумової та фізичної праці.

Біоритми. Значення біоритмів. Правила розумової діяльності

Медики в стародавньому Китаї зауважили, що ліки по-різному впливають на організм людини протягом доби. Вони виділили «години життєвої сили» і «години захворювань». Сьогодні ці дані використовують, коли призначають ліки хворим.

1. Що таке біоритми? **2.** Які види біоритмів розрізняють? **3.** Чим зумовлені зовнішні біоритми? **4.** Наведіть приклади внутрішніх біоритмів. **5.** Які добові біоритми вам відомі? **6.** Наведіть приклади місячних і річних біоритмів людини. **7.** Як здійснюється регуляція біоритмів людини?

8. У чому полягає відмінність зовнішніх біоритмів від внутрішніх? **9.** Учені дискутують щодо щорічного переходу із зимового часу на літній і навпаки. Одні фахівці вважають, що організм до переведення годинників пристосовується швидко і здійснюється економія електроенергії. Інші заперечують: економія енергії незначна, а біоритми людини порушуються. Висловте своє ставлення до цієї проблеми.

10. Чи погоджуєтеся ви з думкою, що високої працездатності й доброго самопочуття можна досягнути лише за умови, що ритм життя (режим) людини збігається із властивим для її організму ритмом фізіологічних функцій? Відповідь обґрунтуйте.

§ 55. Сон

Яке значення має сон у житті людини? Чи можна вважати сон станом спокою?

Сон як функціональний стан організму. Життя людини протікає у двох основних функціональних станах: *бадьорість* і *сон*. Чергування цих двох станів є необхідною умовою життєдіяльності людського організму, проявом загального закону природи — *ритмічності*. Зміна бадьорості та сну повторює добовий природ-

СОН — це фізіологічний стан, який характеризується вимкненням свідомості, зниженням здатності нервової системи відповідати на зовнішні подразники, зниженням активності більшості функцій організму й відносною нерухомістю.

ний ритм Землі — зміну дня і ночі, до якого протягом багатьох тисячоліть пристосовувались усі організми.

Близько третини життя людина спить. Мудреці Стародавньої Греції порівнювали сон з божественним даром, який відновлює сили, а розум робить ясним. Іван Павлов вважав, що сон — це захисне гальмування, яке виникає в корі великих півкуль та деяких інших структурах. Учений розрізняв *активний сон*, який розвивається під впливом гальмівних подразників — шуму дощу, колискової тощо, та *пасивний сон*, що виникає через припинення або обмеження надходження до кори великих півкуль чутливих імпульсів від рецепторів.

Сучасне пояснення фізіологічної природи сну ґрунтується на результатах досліджень учених, якими виявлено в головному мозку *центри сну*, *неспання* та *гальмування рухів під час сну*. Основними структурами, які відповідають за стан неспання, є певні ділянки кори великого мозку та проміжного мозку (гіпоталамус). Об'єднання цих утворів у єдину систему здійснюють особливі клітини стовбура головного мозку. Вони зумовлюють зміну активності нейронів різних мозкових структур. Ті нервові клітини, що були активні вдень, стають менш активними, а ті, що були пасивні протягом дня, збільшують свою активність. Чергування сну і неспання (й навпаки) зумовлене зміною чинників та кількості сигналів, що надходять від стовбура до вищих відділів головного мозку (іл. 136).



Іл. 136. Чинники сну

Отже, сон — це діяльний стан, який зумовлений переходом активності кори великих півкуль головного мозку на новий режим роботи.

Види сну. Природний нічний сон складається з 4–5 циклів (тривалість кожного — 60–90 хв), які закономірно чергуються. У кожному циклі розрізняють *фазу повільного сну* і *фазу швидкого сну*.

Основною ознакою сну є типова *біоелектрична активність мозку*. Її можна виявити за допомогою методу електроенцефалографії. У стані неспання й у фазі швидкого сну електрична активність мозку характеризується високочастотними хвилями, а у фазі повільного сну — низькочастотними (іл. 137).

На **повільний сон** припадає близько 80 % часу спання, за якого відбувається поступовий перехід від *дрімання* до *глибокого сну*. Після засинання

повільний сон характеризується припиненням рухової діяльності, розслабленням м'язів, зниженням температури тіла, кров'яного тиску, інтенсивності обміну речовин, сповільненням частоти дихальних рухів та роботи серця, поверхневим і рідким диханням, зміною електричної активності мозку. Під час глибокого сну вимикається свідомість, знижуються всі види чутливості. Людину в стадії глибокого сну дуже важко розбудити.

Через 1–1,5 год повільний сон змінюється **швидким сном**, за якого активізується діяльність усіх внутрішніх органів. Зокрема, дихання стає частішим, глибшим, посилюється робота серця, підвищується обмін речовин, з'являються швидкі рухи очей, окремі мимовільні рухи тулуба й кінцівок. У дорослих людей швидкий сон становить близько 20 % загального часу спання.



Іл. 137. Запис електричної активності мозку під час сну та неспання

Під час швидкого сну мозок працює інтенсивно, аналізуючи, осмислюючи, упорядковуючи й закріплюючи інформацію, отриману під час бадьорого стану. Відбувається переробка існуючих уявлень і фіксація їх у довготривалій пам'яті мозку. Люди, розбуджені в цій фазі, у 75–90% випадках пам'ятають сновидіння.

Сновидіння вчені пояснюють тим, що під час сну активність деяких ділянок кори головного мозку не загальмовується, вони залишаються збудженими й викликають певні відчуття. Важливу роль у формуванні сновидінь відіграють зорові горби проміжного мозку, через які проходить уся чутлива інформація до кори великого мозку. Під час сну передача сигналів до кори утруднена, інформація спотворюється, а сновидіння, які виникають у результаті цього, мають незвичайний характер.

Іноді під час сну збуджені ділянки «продовжують роботу», пов'язану з тривалою діяльністю людини над якоюсь проблемою. Тоді можуть виникати так звані «творчі сновидіння», які часом підказують правильне розв'язання проблеми. Наприклад, Дмитрові Менделєєву наснилася періодична таблиця хімічних елементів, Нільсові Бору — модель атома, Альбертові Ейнштейну — певні елементи його теорії відносності. Відомі також факти, що уві сні Людвіг ван Бетховен почув свої перші мелодії, а Рафаель побачив образ своєї знаменитої Сікстинської Мадонни.

Біологічне значення сну. Діяльність центральної нервової системи протягом дня доволі напружена. Сон захищає організм від перевтоми, позитивно впливає на загальне самопочуття, розумову діяльність, увагу тощо. Це пов'язано з відновними процесами, які протікають у мозку. Якщо людина три-

валий час недосипає або дві-три доби взагалі не спить, у неї порушуються увага і пам'ять, притуплюються емоції, знижується працездатність. Під час сну нервова система підтримує лише життєво важливі функції організму, тому сон запобігає перевтомі й виснаженню нервових клітин.

Щоб сон був повноцінним, необхідно дотримувати *правил гігієни*. Насамперед сон повинен тривати достатньо, залежно від віку людини. Так, немовлята мають спати 18–20 год на добу, діти дошкільного й молодшого шкільного віку — 10–12 год, підлітки — 9–10 год, дорослі — не менше 7– 8 год.

Лягати спати бажано в той самий час, а вечеряти — не пізніше як за дві години до сну. Їжа при цьому має бути такою, що легко засвоюється. Не рекомендується пити міцний чай та каву, які збуджують нервову систему. Перед сном корисні прогулянки на свіжому повітрі. Не бажано спати на занадто м'якому матраці. На ніч корисно відчиняти вікно. Сон настає швидше, якщо на організм не діють сторонні подразники: яскраве світло, шум, усілякі запахи, надмірно висока або низька температура.

Здоровий сон — це запорука правильного фізичного і психічного розвитку. Іноді за розумової перевтоми, порушення режиму, під час хвороб може виникнути *безсоння* (порушення нічного сну — утруднене засинання, часті пробудження серед ночі або повне зникнення сну). Цей стан є вкрай небезпечним для психіки людини, тому за його виникнення слід звернутися до лікаря-психіатра.

Сон. Види сну. Повільний сон. Швидкий сон. Сновидіння. Біологічне значення сну.

Неприємності, хвороби, а також незручні побутові умови сну є причинами того, що людині сняться жахи. Випромінювання різних приладів «втручаються» в імпульси мозку й спотворюють сновидіння. Після травм, перевтоми можуть виникнути *патологічні сни* — летаргічний (тривалий) сон, нарколепсія (короткочасний сон протягом 1–2 хв), сноходіння, сноговоріння.

Гіпноз — стан сну, що викликається навіюванням. Є три стадії гіпнозу: *сонливість, легкий сон, сноходіння (лунатизм)*. Майже всі люди піддаються гіпнозу. Але в справжній гіпнотичний стан, коли цілком підкоряються наказам гіпнотизера і не пам'ятають потім, що відбувалося, здатні поринути лише 20–25 % людей. Психічні функції під час гіпнозу можна змінювати. Навіювання може спричинити галюцинації, зміну якості відчуттів, рис особистості. Але під гіпнозом власна особистість людини ніколи цілком не поступається місцем «новій» особистості.

1. Що таке сон? **2.** Назвіть види сну. **3.** Характеризуйте сон як функціональний стан організму. **4.** У чому відмінність швидкого та повільного сну? **5.** Що таке сновидіння? Коли воно виникає? **6.** Поясніть біологічне значення сну.

7. Як ви вважаєте, сон — це відпочинок чи робота мозку? Відповідь обґрунтуйте. **8.** Доведіть, що сон необхідний організму. **9.** Розгляньте іл. 136 і визначте чинники, які: а) сприяють сну; б) не дозволяють заснути. **10.** Як впливає сон на емоційний стан зранку і працездатність протягом дня? **11.** Простежте впродовж тижня, чи дотримуєте ви правил гігієни сну.

Узагальнення

Вища нервова діяльність (ВНД) — це діяльність кори й підкіркових структур головного мозку, основа психічних процесів. Вона є сукупністю умовних і складних безумовних рефлексів. ВНД забезпечує поведінкові реакції організму завдяки найдосконалішим пристосуванням до умов існування. У їх основі лежить здатність кори головного мозку до швидкої зміни нервових процесів — збудження і гальмування. Основними показниками нервових процесів є сила, врівноваженість та рухливість. На їх основі виділяють чотири основні типи вищої нервової діяльності.

Вроджені, відносно постійні реакції організму на дію зовнішнього або внутрішнього середовища — це безумовні рефлекси. Їх сукупність, спрямована на задоволення основних біологічних потреб, утворює інстинкти. Вони формують інстинктивну поведінку. Умовні рефлекси — це індивідуально набуті рефлекторні реакції, які виробляються на базі безумовних рефлексів. Вони мають тимчасовий характер і сигнальне значення. Фізіологічною основою умовних рефлексів є утворення тимчасового нервового зв'язку між центрами безумовного рефлексу й умовного подразника. Умовні рефлекси формують набуту поведінку людини.

У людини, крім першої, є друга сигнальна система — здатність реагувати на слово. Вищу нервову діяльність людини забезпечує взаємодія двох сигнальних систем.

Індивідуальний досвід людини засвоюється здебільшого завдяки навчанню, види якого зумовлені способом набуття досвіду. Пам'ять — це здатність фіксувати, зберігати, обробляти й відтворювати інформацію. Її види залежать від характеру запам'ятовування і тривалості зберігання інформації. Мислення — це процес відображення зв'язків і відношень між предметами та явищами дійсності, що здійснюється через розумові операції. Свідомість — це особлива функція мозку, яка охоплює всі форми ВНД і зумовлює її цілеспрямовану діяльність.

Циклічні зміни біологічних процесів називають біоритмами. Сон — це фізіологічний стан, який характеризується вимкненням свідомості, зниженням здатності нервової системи відповідати на зовнішні подразники, зниженням активності більшості функцій організму. Він захищає організм від перевтоми. Для запобігання передчасній втомі під час розумової праці необхідно дотримувати розпорядку дня.

Тема 10. РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

Усе людське життя має потребу в ритмі й у гармонії.
Платон, давньогрецький філософ

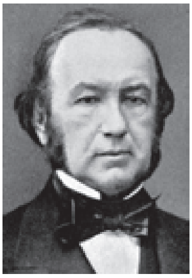
§ 56. Гомеостаз і регуляція функцій організму. Нервова регуляція. Гуморальна регуляція

Пригадайте, які показники фізіологічного стану організму є відносно постійними. Які системи органів здійснюють підтримання сталості фізіологічних показників організму людини?

Гомеостаз і його значення. Головною умовою існування будь-якої істоти є збереження сталості будови й функцій організму за будь-яких обставин.

Як відомо, організм людини змушений постійно пристосовуватися до мінливих умов навколишнього середовища. При цьому внутрішнє середовище організму (кров, лімфа, тканинна рідина) залишається відносно постійним і його показники коливаються в дуже вузьких межах. До таких показників належать температура тіла, артеріальний тиск, об’єм крові, вміст у ній глюкози, води, солей, газів, йонів, її кислотно-лужна рівновага та осмотичний тиск. Саме це й забезпечує відносну сталість життєдіяльності організму людини в різноманітних умовах довкілля.

ГОМЕОСТАЗ (від грец. *homeo* [гóмео] — подібний, однаковий; *stasis* [стасіс] — стояння) — це динамічна відносна сталість складу, фізико-хімічних властивостей внутрішнього середовища організму та всіх фізіологічних процесів у ньому.


Клод Бернар (1813–1878)


Волтер Кеннон (1871–1945)

Уявлення про значення сталості внутрішнього середовища (за очевидної мінливості зовнішнього) сформулював наприкінці XIX ст. французький фізіолог Клод Бернар. На початку XX ст. американський фізіолог Волтер Кеннон увів поняття *гомеостазу*.

Гомеостаз — головна умова існування клітин та їх нормального функціонування. Пристосувальне значення гомеостазу полягає у створенні оптимальних умов для виконання функцій усіма клітинами організму. Завдяки гомеостазу зберігається стабільність та узгоджена робота клітин, тканин, органів і систем органів організму як єдиного цілого.

Так, рідке середовище організму має сталу концентрацію солей та кислотно-лужну реакцію (pH), і лише за їх норми можливе оптимальне протікання обміну речовин.

Зокрема, кров має слабколужну реакцію: pH артеріальної крові становить 7,4, а венозної — 7,35. Тривале зміщення pH крові людини навіть на 0,1–0,2 може виявитись смертельним, тому що суттєво порушуються окремі структурні елементи клітин та їх функції. Через це діяльність усіх механізмів, що

регулюють фізіологічні процеси, зводиться насамперед до підтримання гомеостазу. *Пригадайте, як регулюється водно-сольовий обмін.*

Регуляція функцій організму. В основі гомеостазу лежать динамічні процеси, оскільки сталість внутрішнього середовища постійно порушується і так само постійно відновлюється. Тому гомеостаз можна розглядати як сукупність скоординованих реакцій, спрямованих на забезпечення, підтримання або відновлення сталості внутрішнього середовища організму.

Гомеостаз підтримується безперервною роботою органів кровообігу, травлення, дихання, виділення та ендокринних залоз. Головне значення кровообігу для підтримання гомеостазу полягає у транспорті поживних речовин, що потрапили в організм у процесі травлення, і газів, що беруть участь у диханні. Основне призначення системи органів дихання — це підтримання постійного рівня кисню і вуглекислого газу в артеріальній крові за звичайних витрат енергії на дихальні рухи. Нирка є основним органом, призначеним для збереження сталості фізико-хімічних умов в організмі, включно з регуляцією водно-сольового балансу, підтримкою кислотно-лужної рівноваги та видаленням з організму продуктів обміну білків і жирів.

Важлива роль у підтриманні гомеостазу належить нервовій системі, яка регулює діяльність всіх органів і систем організму. Завдяки цьому в організмі постійно відбуваються процеси регуляції фізіологічних функцій, які створюють необхідні для існування організму умови.

Як вам уже відомо, узгоджена робота клітин, тканин, органів і систем в організмі регулюється двома способами: нервовим і гуморальним.

Нервова регуляція функцій здійснюється за допомогою нервової системи, що має центральну й периферичну частини. Як відомо, головний і спинний мозок пов'язаний нервами з усіма органами, об'єднуючи їх у єдине ціле та забезпечуючи зв'язок з навколишнім середовищем. Він регулює роботу органів за допомогою електричних сигналів — *нервових імпульсів*, що передаються нервовими шляхами до робочих органів. Механізмом нервової регуляції є *рефлекс*. *Пригадайте, що таке рефлекс та рефлекторна дуга.*

Нервова регуляція загалом — це складна *взаємодія безумовних і умовних рефлексів.* Для підтримання гомеостазу дуже важливими є безумовні рефлекси за участі вегетативної нервової системи, завдяки яким вона збуджує або гальмує функції організму у відповідь на зміни зовнішнього і внутрішнього середовищ. Вегетативна нервова система підтримує сталість внутрішнього середовища організму шляхом зміни активності симпатичної та парасимпатичної частин. Гомеостаз регулюється безпосередньо проміжним мозком, оскільки діяльність вегетативної нервової системи контролює гіпоталамус, а його — кора головного мозку.

Нервова система, тонко й точно сприймаючи зміни умов довкілля і внутрішнього стану організму, своєю діяльністю забезпечує відповідність роботи органів для потреб організму. Передача інформації до головних центрів нерво-

вої системи з усіх ділянок організму дуже швидка (за частки секунди). Відповідь настає одразу, вона короткочасна, чітко локалізована.

Гуморальна регуляція функцій здійснюється рідинами внутрішнього середовища. *Пригадайте, які рідини утворюють внутрішнє середовище організму.* Її механізм полягає в хімічній взаємодії між клітинами організму за допомогою *речовин*, що утворюються в процесі обміну. Продукти обміну (вуглекислий газ, вітаміни, продукти розпаду білків тощо) розносяться кров'ю по всьому організму та впливають на найрізноманітніші процеси в клітинах, тканинах, органах і в організмі загалом.

Деякі з речовин володіють високою біологічною активністю: навіть у дуже малих концентраціях вони здатні викликати значні зміни функцій окремих органів та організму загалом. Біологічно активні речовини виробляються багатьма клітинами організму. Частина цих речовин дуже швидко руйнується, тому, виділяючись у тканинну рідину, може діяти лише на сусідні клітини. Дія інших біологічно активних речовин — *гормонів*, які виробляють спеціальні органи — *залози внутрішньої секреції*, більш тривала. Біологічно активні речовини регулюють функції організму подібно до нервової системи: посилюють (збуджують) або пригнічують (гальмують) їх.

Загалом гуморальна регуляція характеризується тим, що не має певного «адресата» (біологічно активна речовина діє на всі клітини, але чутливі до неї ті, у яких є відповідний рецептор), діє повільно, впливає на організм тривалий час.

Роль саморегуляції в підтриманні гомеостазу. Постійність внутрішнього середовища і стійкість усіх функції організму досягається шляхом саморегуляції. *Саморегуляція* полягає в тому, що будь-яке відхилення від нормального складу внутрішнього середовища організму включає нервові й гуморальні процеси, що повертають його до початкового рівня.

Саморегуляція функцій відбувається не лише на рівні організму, а й на клітинному рівні. Наприклад, якщо в клітині виробляється надмірна кількість білка, то швидкість його синтезу зменшується.

Нервова й гуморальна регуляція тісно взаємозв'язані. Зокрема, гормони впливають на стан нервової системи. Утворення і виділення гормонів контролює нервова система. Так, у гіпоталамусі ці взаємодії здійснюються через вплив гормонів на активність нейронів, які забезпечують інтеграцію вегетативної нервової системи й ендокринних залоз.

Нервова регуляція — більш досконала. Нервові структури надзвичайно швидко сприймають найдрібніші зміни фізико-хімічних параметрів зовнішнього та внутрішнього середовищ і відповідно реагують на них.

Нервовий та гуморальний механізми регуляції діють взаємоузгоджено й утворюють єдину **нейрогуморальну регуляцію**, яка створює умови для вза-

ємодії всіх систем організму, зв'язує їх у єдине ціле та забезпечує взаємодію організму із середовищем.

Гомеостаз. Нервова регуляція. Гуморальна регуляція. Саморегуляція. Нейрогуморальна регуляція

1. Що таке гомеостаз? У чому полягає його значення? **2.** Які показники характеризують гомеостаз внутрішнього середовища організму? **3.** У чому полягає сутність нервової регуляції фізіологічних функцій організму? **4.** Схарактеризуйте гуморальну регуляцію та її переваги, порівняно з нервовою. **5.** Поясніть роль саморегуляції в підтриманні гомеостазу.

6. Доведіть, що гомеостаз — головна умова нормального функціонування клітин організму. **7.** Чи однаковий зміст мають поняття «гуморальна регуляція» і «гормональна регуляція»? Чому? **8.** Які регуляторні системи вам відомі? Висловте свою думку стосовно потреби людини в різних механізмах регуляції функцій. **9.** Прокоментуйте висловлювання давньогрецького філософа Платона, винесене як епіграф до теми.

10. Чому роздратованій людині не сидиться на місці — у неї виникає бажання рухатися, їсти, говорити тощо? Про що це свідчить? **11.** Доведіть, що нейрогуморальна регуляція — основа цілісності організму.

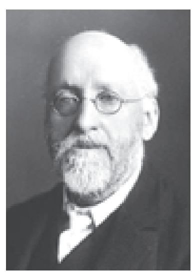
§ 57. Гормони. Ендокринна система

Пригадайте, яку роль виконують у гуморальній регуляції залози внутрішньої секреції.

Гормони. Головним чинником гуморальної регуляції є **гормони**, що виробляються залозами внутрішньої секреції. Термін «гормон» запропонували в 1905 р. англійські фізіологи Вільям Бейліс та Ернест Старлінг, застосувавши його до регулятора секреції підшлункової залози — секретину.

ГОРМОНИ (від грец. *hormao* [гормао] — рухаю, збуджую) — біологічно активні речовини, які в дуже малих концентраціях здатні значною мірою впливати на органи й тканини, а також організм загалом.

Гормони регулюють процеси обміну речовин, росту й розвитку, розмноження, імунітету. Потрапляючи в кров, лімфу і тканинну рідину, вони корегують діяльність органів відповідно до стану внутрішнього та зовнішнього середовища. У нормі гормони забезпечують відновлення гомеостазу, а за порушень функції залоз, які їх виділяють, зумовлюють розвиток порушень роботи органів.



Вільям Бейліс (1860–1924)



Ернест Старлінг (1866–1927)

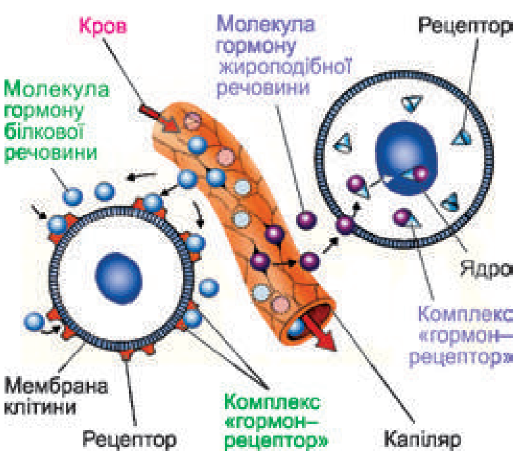
Гормони — це органічні сполуки, переважно білки (наприклад, інсулін), а також — жироподібні речовини (наприклад, стероїди). Хімічна структура більшості з них досліджена, що дало можливість синтезувати їх штучно й використовувати для запобігання та лікування захворювань.

Роль гормонів у підтриманні гомеостазу та адаптації організму. Кожний гормон регулює певну функцію організму і здатний реагувати на порушення гомеостазу. Усі гормони впливають на організм у взаємодії: одні підсилюють, а інші послаблюють ті чи інші функції органів та організму загалом. Зокрема, один гормон контролює верхню межу певного фізіологічного показника (наприклад, уміст речовин у внутрішньому середовищі, тиск крові, діаметр судин тощо), а інший — нижню.

Гормонам властива *вибірковість дії*: вони через кров впливають лише на ті клітини організму, які чутливі до них. Це зумовлено тим, що в мембрані або в цитоплазмі клітини містяться особливі клітинні рецептори, які «розпізнають» певні гормони. Ці рецептори виконують роль своєрідних «замків», а гормони — відповідних «ключів», утворюючи комплекс «гормон–рецептор» (іл. 138), який є основою взаємодії гормонів з клітиною. Механізм дії гормонів полягає у зміні проникності клітинної мембрани та впливі на активність внутрішньоклітинних ферментативних процесів.

Зокрема, гормони білкової природи взаємодіють з рецептором на поверхні мембрани і впливають на транспорт речовин; гормони жироподібної природи проникають крізь мембрану, впливаючи на цитоплазму та ядро, а через них — на обмін речовин у клітині (іл. 138).

Механізм регуляції роботи ендокринної системи. Сукупність залоз внутрішньої секреції утворюють **ендокринну** (від грец. *endo* [ендо] — усередині; *cryno* [крино] — виділяю) **систему**. Вони забезпечують ендокринну регуляцію, що здійснюється через рідини внутрішнього середовища.



Іл. 138. Механізм дії гормонів

Кількість гормонів, які виділяються залозами внутрішньої секреції, регулюється **механізмом зворотного зв'язку**. Він узгоджує діяльність залоз внутрішньої секреції залежно від потреби організму: то *сприяючи виробленню гормонів* (позитивний зворотний зв'язок), то *гальмуючи* (негативний зворотний зв'язок). Так, якщо залоза виробляє гормону більше, ніж цього потребує організм, то вона «вимикається». І навпаки: якщо залоза виробляє гормону менше, ніж цього потребує організм, вона «вмикається». Механізм зворотного зв'язку допомагає підтримувати гомеостаз організму, одночасно впливаючи на вироблення різних гормонів. Наприклад, у крові людини збільшився вміст глюкози — це спричиняє збільшення виділення гормону інсуліну, який сприяє транспортуванню глюкози в клітини та її розщепленню там.

Водночас зменшується виділення глюкагону (іл. 139). І навпаки, коли зменшується рівень глюкози в крові, знижується вироблення інсуліну й підвищується вироблення — глюкагону — гормону, який зумовлює вивільнення глюкози з клітин та збільшення її кількості в крові.



Іл. 139. Механізм регуляції виділення гормонів

Дія гормонів визначається стадією розвитку організму, його фізіологічним станом, віком. Наприклад, у підлітковому віці зростає кількість статевих гормонів, а в літньому — знижується. В організмі злагоджена робота залоз внутрішньої секреції іноді порушується: залози продукують *надмірну кількість гормонів* (**гіперфункція**) або *недостатню* (**гіпофункція**). Як недостатнє, так і надлишкове утворення гормонів залозами внутрішньої секреції призводить до порушень життєдіяльності організму та виникнення важких захворювань.

ГІПОФУНКЦІЯ (від грец. *hypo* [гіпо] — префікс, що означає зниження; лат. *functio* [функціо] — виконання, звершення) — недостатня діяльність залози, що призводить до зменшення виділення нею гормонів.

ГІПЕРФУНКЦІЯ (від грец. *hiper* [гіпер] — префікс, що означає підвищення; лат. *functio* [функціо] — виконання, звершення) — посилення діяльності залози, що призводить до надмірного збільшення виділення нею гормонів.

Роль нервової системи в регуляції функцій ендокринних залоз. Функції ендокринної системи регулюються нервовою системою. Вона надсилає нервові імпульси до залоз внутрішньої секреції, які у відповідь на подразнення виділяють гормони. Вони розносяться кров'ю до різних органів, тканин і клітин організму та регулюють їхню діяльність.

Регулювальний вплив центральної нервової системи на діяльність залоз здійснюється через структуру головного мозку — **гіпоталамус**. Він через нерви та кровоносні судини пов'язаний із головною залозою внутрішньої секреції — **гіпофізом**, що є структурним елементом проміжного мозку. Гіпоталамус — важливий складник проміжного мозку, сполучна ланка між нервовою та ендокринною системами, оскільки здатний виробляти і нервові імпульси, і гормони. Гіпоталамус містить особливі нейросекреторні клітини, які виробляють *нейрогормони*. Деякі з цих нейрогормонів через гіпофіз потрапляють у кров і беруть участь у регуляції діяльності внутрішніх органів. Значна частина нейрогормонів лише стимулює виділення гіпофізом власних гормонів, які регулюють роботу інших залоз внутрішньої секреції. Отже, гіпофіз виконує свої

функції під впливом гіпоталамуса. Активність клітин гіпоталамуса, згідно з механізмом зворотного зв'язку, стимулюють гормони, які виділяє гіпофіз.

Гіпоталамус пов'язаний з іншими частинами центральної нервової системи. Завдяки цьому до нього надходять нервові імпульси з інформацією від усього організму. Відповідно до отриманої інформації нейросекреторні клітини гіпоталамуса виробляють ті чи інші гормони, які регулюють діяльність багатьох органів і тим самим підтримують гомеостаз.

Далі ми розглянемо лише основні гормони головних залоз внутрішньої секреції, хімічна природа та функціональні особливості яких найкраще досліджені й значення яких для організму надзвичайно важливе.

Гормони. Ендокринна система. Порушення діяльності ендокринних залоз: гіперфункція, гіпофункція

Відомо, що тканини багатьох органів можуть виділяти гормони. Це так звані *простагландини* (від грец. *prostates* [простатес] — той, що стоїть попереду; лат. *glans* [гланс] — жолудь) — особливий вид гормонів, що забезпечують місцеві ефекти на рівні органів і тканин, які їх продукують. Наприклад, секретин виробляється 12-палою кишкою і посилює секрецію підшлункового соку. *Поміркуйте, у чому полягає біологічне значення простагландинів.*

1. Що таке гормони? У чому полягає їх значення? **2.** Як гормони регулюють гомеостаз внутрішнього середовища організму? **3.** Що таке ендокринна система? **4.** Поясніть механізм зворотного зв'язку в регуляції роботи ендокринної системи. **5.** Яка частина головного мозку є регулятором діяльності залоз внутрішньої секреції?

6. Обґрунтуйте роль нервової системи в регуляції функцій ендокринних залоз. **7.** Чому гіпоталамус можна назвати залозою внутрішньої секреції? Яке значення речовин, які він виробляє? **8.** Наведіть приклади дії механізму зворотного зв'язку в явищах природи чи побутових приладах.

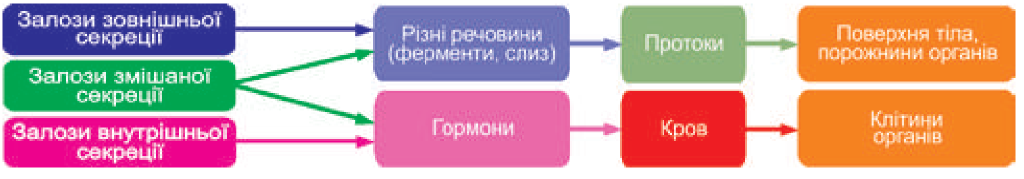
9. Чи відомі вам гормональні медичні препарати? Чому застосовувати їх потрібно дуже обережно і лише за призначенням лікаря?

§ 58. Залози внутрішньої секреції. Гіпофіз. Щитоподібна залоза

Пригадайте, які найбільші залози є в організмі людини та яке їх значення.

Різноманітність залоз організму. За способом секреції залози організму поділяють на *залози зовнішньої, внутрішньої* та *змішаної секреції* (іл. 140).

Залози зовнішньої секреції — порівняно великі органи, що мають власні протоки, через які вони виділяють свої секрети (слиз, піт, ферменти) в порож-



Іл. 140. Класифікація залоз організму та особливості їхньої дії

нини тіла, органів або в зовнішнє середовище. Це — *печінка, слинні, сльозові, слизові, потові, молочні* та інші залози.

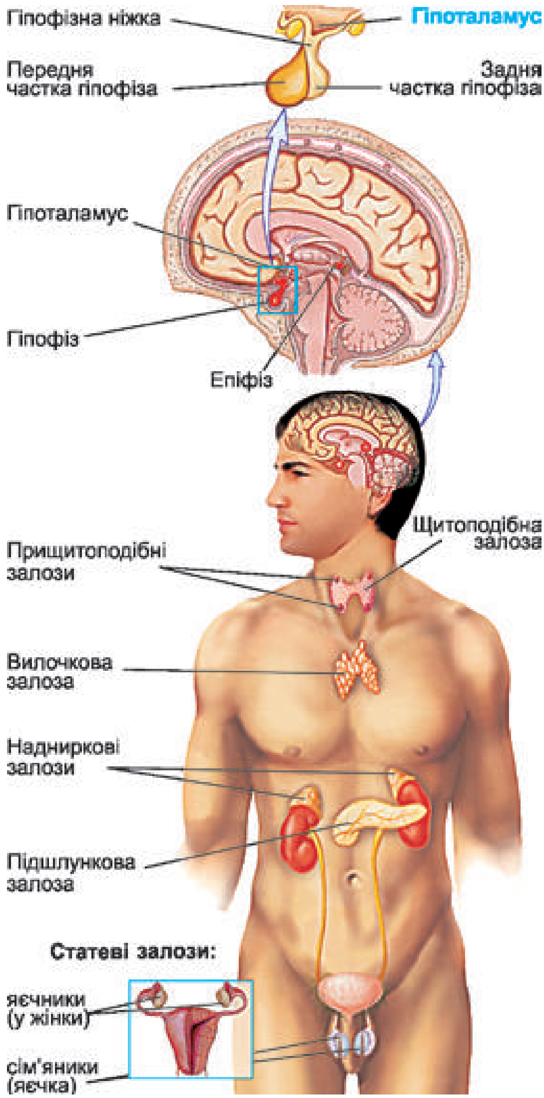
Залози внутрішньої секреції — це маленькі органи (іл. 141), які виділяють гормони безпосередньо в рідини внутрішнього середовища. Ці залози мають щільну сітку капілярів і нервів. Їхня загальна маса становить близько 100 г. Усі залози внутрішньої секреції розташовані в різних ділянках тіла, але функціонально взаємопов'язані й становлять єдину ендокринну систему. У цій системі провідна роль належить *гіпофізу*.

До **залоз змішаної секреції** належать *підшлункова* та *статеві залози*, які виконують одночасно зовнішньо- та внутрішньосекреторну функції.

Гіпофіз — невелика (0,35–0,65 г), але дуже важлива багатофункціональна залоза внутрішньої секреції, яка розташована в порожнині черепа біля основи мозку під гіпоталамусом та зв'язана з головним мозком гіпофізною ніжкою (іл. 141).

Передня частка гіпофіза виробляє ростові та регуляторні гормони. **Гормон росту** *(соматотропін)* визначає ріст організму в молодому віці. Мабуть, ви чули про людей-карликів і людей-гігантів? Гіпофункція гормону росту в дітей призводить до затримки росту (*карликовість*), при цьому пропорції тіла та розумовий розвиток залишаються нормальними. Гіперфункція соматотропіну гіпофіза в молодому віці викликає *гігантизм* (іл. 142), а в дорослих — хворобу *акромегалію* (порушення пропорцій тіла).

Інші гормони передньої частки гіпофіза (так звані **тропні гормони**) регулюють та координують роботу залоз внутрішньої секреції (щитоподібної, надниркових і статевих). Тому гіпофіз називають диригентом ендокринної системи.



Іл. 141. Залози внутрішньої секреції

Задня частка гіпофіза виділяє гормони, які виробляються в гіпоталамусі проміжного мозку. **Антидіуретичний гормон** *(вазопресин)* посилює процеси реабсорбції води в канальцях нефронів нирок, зменшуючи виділення сечі. За гіпофункції розвивається так званий *нецукровий діабет*. Це захворювання характерне різким зростанням добової кількості сечі (понад 5 л), але, на відміну від цукрового діабету, вона не містить цукру.



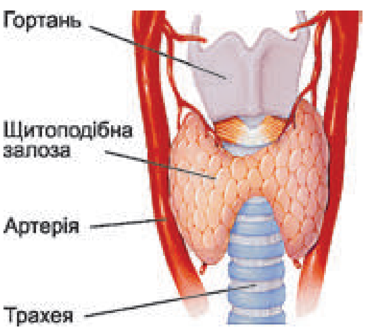
Іл. 142. Гігантизм

Інший гормон задньої частки гіпофіза — **окситоцин** — спричинює скорочення гладеньких м'язів статевих органів (особливо матки), тим самим впливаючи на виконання статевих функцій.

Профілактика порушень роботи гіпофіза полягає в запобіганні травм голови, запальним захворюванням головного мозку, порушенням обміну речовин, кровопостачання гіпофіза й гіпоталамуса, що може спричинити функціональні й морфологічні зміни в їхніх тканинах.

Щитоподібна залоза. Це одна з найбільших (близько 40 г) залоз внутрішньої секреції. Вона розташована спереду по обидва боки від гортані та верхньої частини трахеї, нижче щитоподібного хряща. Складається з двох часток, з'єднаних тонким перешийком (іл. 143).

Клітини залози активно вбирають йод із плазми крові та накопичують його. Щитоподібна залоза продукує йодовмісні гормони, зокрема **тироксин**. Він сприяє процесам окиснення в клітинах; регулює обмін речовин, ріст та розвиток. Крім цього, гормони щитоподібної залози впливають на функції центральної нервової системи та поведінку людини.



Іл. 143. Щитоподібна залоза

Нестача гормонів щитоподібної залози в дитячому віці призводить до затримки росту, психічного й статевого розвитку (*кретинізм*) — діти ростуть лише до 140 см, порушуються пропорції тіла, знижується обмін речовин, підвищується вміст вуглеводів у крові, затримується розвиток мовлення. Зовнішнє введення гормонів покращує розвиток, але повністю не нормалізує його. У дорослих за гіпофункції знижується обмін речовин, розвивається ожиріння, апатія, знижується температура тіла, шкіра стає більш товстою й сухою.

За гіперфункції щитоподібної залози розвивається *базедова хвороба*, яка характеризується інтенсивним обміном речовин, збільшенням частоти серцевих скорочень, підвищеною температурою, збудливістю нервової системи, зменшенням маси тіла, вирячкуватістю очей. Щитоподібна залоза збільшується й виступає на шиї у вигляді зоба (іл. 144).

Для утворення гормонів щитоподібної залози необхідний йод (близько 0,3 мг на добу), який надходить в організм здебільшого з овочами та водою. Кількість йоду в повітрі, воді, ґрунті й рослинах у місцевостях, віддалених від моря, та в гірських районах незначна. Тому в мешканців цих районів може розвиватися **йододефіцит**, який є причиною захворювання на *ендемічний зоб.* Унаслідок зниження активності гормонів відбувається підвищення активності залози та значне її розростання.



Іл. 144. Базедова хвороба: збільшена щитоподібна залоза (зоб)

ЙОДОДЕФІЦИТ — зниження вмісту йоду в організмі, необхідного для нормального функціонування щитоподібної залози.

Йододефіциту можна легко й ефективно запобігти. Щоб зменшити недостатність йоду в харчуванні, застосовують методи індивідуальної, групової та масової йодної профілактики. Індивідуальна йодна профілактика полягає в уживанні продуктів з підвищеним рівнем йоду, а також лікарських препаратів, які забезпечують надходження фізіологічної кількості йоду в організм. Масова йодна профілактика вважається найбільш ефективним й економічно вигідним методом і досягається шляхом додавання солей йоду до найбільш затребуваних продуктів харчування (кухонна сіль, вода, хліб). Йодовану сіль використовує понад 70 % населення всього світу.

Залози внутрішньої секреції. Гіпофіз. Щитоподібна залоза. Ендемічний зоб. Йододефіцит та його профілактика

Ендорфін — гормон гіпофіза, який здатний угамовувати біль. Підвищений уміст цього гормону зумовлює піднесений настрій і спричиняє стан ейфорії — відчуття радості й задоволення без об’єктивних причин. Будь-яке переживання, пов’язане з коханням, творчістю, славою, владою, підвищує рівень ендорфінів у мозку.

Біохіміки розробили метод *синтезу генно-інженерного гормону росту людини*. Він виділяється кишковою паличкою, у яку введено відповідний ген. Новий препарат пройшов клінічні дослідження та рекомендований для лікування дітей, у яких дефіцит гормону росту. *Поміркуйте, яке значення має цей метод для медицини.*

1. Що таке залози внутрішньої секреції? Назвіть їх. **2.** Чим відрізняються залози внутрішньої та зовнішньої секреції? **3.** У чому полягають особливості залоз змішаної секреції людини? **4.** Чому гіпофіз називають головною залозою внутрішньої секреції? **5.** Який елемент необхідний для належного функціонування щитоподібної залози?



6. Які функції залоз внутрішньої секреції зумовлені особливостями їхньої будови? **7.** В одній з відомих казок ідеться про розгнівану мачуху, яка миттєво на очах у падчерки перетворилася на відьму: ніс у неї загострився, очі повилазили з орбіт, шия та обличчя надулися, а все тіло почало трястися. Чи можливе таке в реальному житті? Чому?



8. Чому після аварії на Чорнобильської АЕС першою на підвищення радіаційного фону «зреагувала» щитоподібна залоза? Чому найбільше постраждали діти? Як ви вважаєте, чи було вжито належних заходів щодо пом'якшення впливу випромінювання та яка їх ефективність?

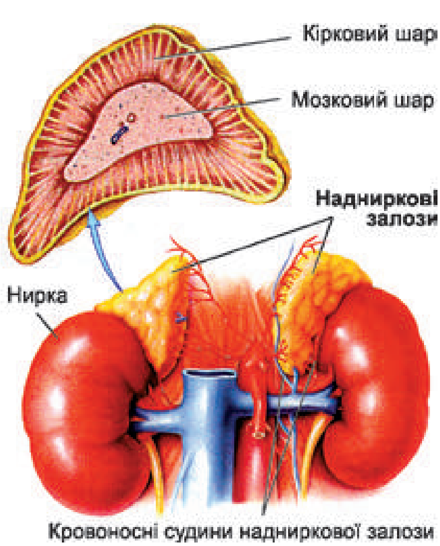


9. Чи траплялись у вашому житті ситуації, що спричиняють стан ейфорії? Опишіть свої відчуття в цьому стані. Чи можна, на вашу думку, керувати цими відчуттями?

§ 59. Залози внутрішньої секреції *(продовження)*

Чому залози внутрішньої секреції називають «маленькими органами великого значення»? Що вам відомо про адреналін?

Надниркові залози, або **надниркики**, — невеликі парні органи (близько 15 г), що розташовані в черевній порожнині на верхніх полюсах нирок, що й спричинило їх назву (іл. 145). Вони складаються з двох шарів: зовнішнього — *кіркового* і внутрішнього — *мозкового*.



Іл. 145. Надниркові залози

У кірковому шарі наднирників синтезуються гормони — **кортикостероїди**, зокрема *кортизон*. Вони регулюють водно-сольовий обмін, обмін органічних речовин та виділення статевих гормонів. Кортикостероїди відповідають за стійкість організму до інфекційних хвороб, пристосування до стресових ситуацій. Крім цих гормонів, у корі наднирників секретується незначна кількість *статевих гормонів*. Недостатня кількість гормонів кори надниркових залоз спричиняє *бронзову (аддісонову) хворобу*, за якої відбувається зниження артеріального тиску, порушення функцій серцево-судинної системи й дихання, водно-сольового обміну. Шкіра набуває бронзового кольору, людина худне, стає слабкою, втрачає працездатність, у неї трапляються непритомність і судоми. Гіперфункція кори надниркових залоз призводить до раннього статевого дозрівання з різким припиненням росту.

Мозковий шар наднирників тісно взаємодіє з нервами. Нервові імпульси спричиняють виділення гормонів — **адреналіну** та **норадреналіну**, які підсилюють роботу нервової системи. Ці гормони мобілізують ресурси організму, перерозподіляють функції органів, спрямованих на підвищення м'язової працездатності й виживання організму в умовах стресу. Норадреналін звужує всі

кровоносні судини. Дія адреналіну різноманітніша: він звужує судини шкіри та кишечнику, розширює судини мозку та м’язів, підсилює розщеплення глікогену, активізує серцеву діяльність, зменшує больову чутливість.

Для запобігання захворювань надниркових залоз важливо зміцнювати психоемоційне здоров’я, загартовувати організм, уникати простудних захворювань.

Роль ендокринної системи в розвитку стресорних реакцій. Викид наднирниками адреналіну спричиняє прискорення серцебиття, підвищення пульсу, розширення зіниць, послаблення секреції та моторики травного тракту. Звуження кровоносних судин супроводжується підвищенням тиску крові. Посилення розщеплення глікогену призводить до збільшення кількості глюкози у крові. Такі зміни в організмі відбуваються за емоційних напружень людини, переохолодження, фізичної роботи, тому адреналін називають *стресорним гормоном.*

Поняття **стресу** (від англ. *stress* [стрес] — напруга) ввів канадський учений Ганс Сельє, позначивши так однотипні відповіді, що виникають в організмі під час дії на нього різноманітних подразників (стресорних чинників). Сукупність реакцій, описаних вище, є проявом загального адаптаційного процесу: організм спочатку пристосовується до дії подразника загалом, а потім на фоні загальної стресорної реакції виникають специфічні, притаманні лише конкретному подразнику зміни. Стрес готує організм до функціонування в незвичних умовах.



Ганс Сельє (1907–1982)

За сильних і тривалих подразнень не лише відбуваються зазначені реакції, а й знижується активність лімфатичної системи, виникає психічне виснаження організму, яке іноді спричиняє його загибель. Щоб протистояти стресу та його руйнівним наслідкам, потрібно дотримувати режиму дня, удосталь відпочивати, спати, займатися фізкультурою, загартовуватися, часто бувати на свіжому повітрі тощо.

Прищитоподібні залози — невеликі парні залозисті утвори, розташовані на задній поверхні бокових частин щитоподібної залози. Іноді вони містяться в товщі тканини щитоподібної залози. Їх загальна маса не перевищує 0,36 г. Гормон прищитоподібних залоз — **паратгормон** — регулює обмін і кількість Кальцію та Фосфору в організмі. Дія паратгормону подібна до дії вітаміну D. За недостатньої функції прищитоподібних залоз через зниження рівня Кальцію в крові розвиваються судоми.

Тимус, або **вилочкова залоза**, розташований за грудиною, належить до імунної системи організму. Він досягає найбільшого розвитку на початку статевого дозрівання (11–14 років), після чого його тканина замінюється жировою. Людина з вилочковою залозою, що нормально функціонує, має надійний

імунітет. Основна функція цієї залози — вироблення гормонів та певних лімфоцитів, які відповідають за імунітет. Тимус, взаємодіючи з наднирниковими, щитоподібною та статевими залозами, впливає на ріст організму, статеве дозрівання, обмін Кальцію.

Епіфіз, або **шишкоподібне тіло**, — маленька залоза, що міститься в головному мозку. В епіфізі виробляється гормон **мелатонін**, який контролює біоритми тіла (сон і неспання), гальмує передчасний розвиток й активність статевих залоз. Секреція мелатоніну має добовий ритм, за якого максимальний рівень його утворення спостерігається вночі, світло ж гальмує цей процес.

Наднирковi залози. Адреналін. Норадреналін. Стрес. Прищитоподібні залози. Тимус. Епіфіз

Сучасна молодь полюбляє екстремальні види спорту: сноубординг, скейтбординг, фристайл, джампінг тощо. Вони приваблюють можливістю отримати особливі відчуття, що супроводжуються накопиченням адреналіну в крові. Чому, на вашу думку, такі заняття небезпечні? Чому деякі люди захоплюються екстремальними видами спорту, а деякі (їх більшість) — ні?

Гормон епіфіза мелатонін має протиракові властивості. У Європі проведено експерименти, які засвідчили його ефективність. Українські медики застосовують цей гормон разом з хіміо- і променевою терапією. Дія препаратів під впливом мелатоніну посилюється вночі. Обґрунтуйте припущення про роль епіфіза як «біологічного годинника».

1. Яка залоза внутрішньої секреції регулює обмін Кальцію в організмі? **2.** У чому проявляються порушення цього обміну? **3.** Які гормони виділяє мозковий шар надниркових залоз? Який вплив на організм вони мають? **4.** Як пом'якшити дію стресорних чинників? **5.** У чому полягає значення епіфіза?

6. Охарактеризуйте позитивне й негативне значення стресу. **7.** Чому гормон надниркової залози адреналін називають стресорним гормоном? **8.** Що вам відомо про «допінг-котроль»? Яким чином він пов'язаний з гормонами? Чому спортсменів, що не пройшли його, не допускають до змагань?

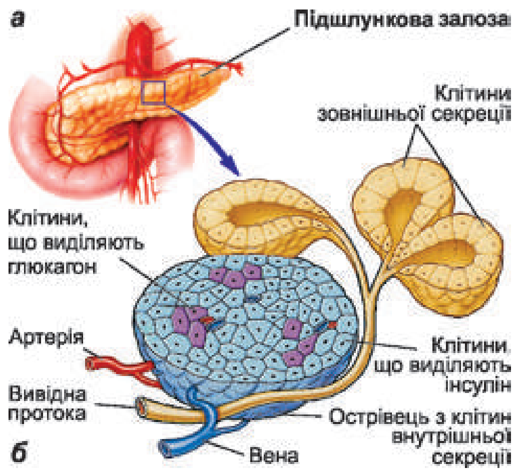
9. Проаналізуйте свої відчуття, коли ви опинялися в різних стресових ситуаціях. Наведіть приклади таких ситуацій і опишіть їх вплив. Чи навчилися ви протистояти негативному впливові стресу? У який спосіб? **10.** На підготовку до іспиту обмаль часу, і у вас виникає відчуття дискомфорту, псується настрій. Укажіть стан, у якому ви перебуваєте. Проаналізуйте зміни в організмі, пов'язані з його подоланням.

§ 60. Ендокринна функція залоз змішаної секреції

Пригадайте, які ферменти виділяє підшлункова залоза. Чим вони відрізняються від гормонів?

Підшлункова залоза — це залоза змішаної секреції (іл. 141, 146 а). Вам уже відомо, що її функція зовнішньої секреції полягає у виділенні підшлункового соку з травними ферментами через вивідні протоки у дванадцятипалу кишку.

Клітини підшлункової залози, що беруть участь у внутрішній секреції, розміщені у вигляді острівців (іл. 146 б). Вони продукують і виділяють у кров гормони **інсулін** та **глюкагон**, які регулюють вуглеводний обмін організму. Глюкагон активує процес перетворення глікогену печінки в глюкозу і збільшує її вміст у крові. Інсулін підвищує проникність клітинних мембран для глюкози, сприяє її переходу в тканини різних органів, насамперед у м'язи й печінку. Він зменшує вміст глюкози в крові, стимулюючи її перетворення на глікоген або використання як джерела енергії.



Іл. 146. Підшлункова залоза:
а — загальний вигляд;
б — секреторні клітини

ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ (від грец. *dia* [діа] — через, крізь; *baino* [баіно́] — проходжу) — хронічне захворювання, за якого через нестачу інсуліну порушується обмін речовин і виникає стійке збільшення глюкози в крові.

Підтримання вмісту глюкози в крові на постійному рівні в межах 3,5–6,0 ммоль/л життєво необхідне. За зниження її концентрації до 2,5 ммоль/л (гіпоглікемія) починається розлад діяльності центральної нервової системи, настає гіпоглікемічна кома (непритомність) і смерть.

Цукровий діабет. За підвищення концентрації глюкози в крові понад 10 ммоль/л (*гіперглікемія*) вона не утримується в плазмі й виводиться із сечею, оскільки за нестачі інсуліну проникність клітинних мембран зменшується. Клітини органів одержують недостатню кількість глюкози, порушується обмін речовин.

За значного збільшення вмісту глюкози в крові виникає гіперглікемічна кома. Так розвивається ***цукровий діабет***. Для лікування цієї хвороби застосовують препарати інсуліну або речовини, що нормалізують обмін вуглеводів. Препарати інсуліну мають короткий період дії та вводяться щоденно.

Ознаки захворювання на цукровий діабет

- нестримне почуття спраги й постійного голоду;
- збільшення виділення сечі;
- зниження маси тіла;
- зневоднення;
- запах ацетону у видихуваному повітрі;
- в'ялість і сонливість.

Чинники, що підвищують імовірність захворювання на цукровий діабет

- нераціональне харчування і гіподинамія, що призводять до надлишкової маси тіла;
- спадкова схильність;
- стреси.

Для профілактики цукрового діабету необхідно раціонально харчуватися, постійно стежити, щоб не було зайвої маси тіла. *Пригадайте принципи раціонального харчування.*

Слід вести здоровий спосіб життя, що передбачає постійну фізичну активність, адекватні фізичні навантаження, прогулянки тощо. Фізичне навантаження збільшує засвоєння глюкози тканинами, зменшує потребу в інсуліні, поліпшує кровообіг, сприяє схудненню, підвищує чутливість до інсуліну. Дуже важливо регулярно проходити медичний огляд з метою виявлення навіть незначного порушення рівня глюкози у крові.

Якщо виявлено захворювання на цукровий діабет, профілактика має бути спрямована на забезпечення хворому достатньої якості життя, усунення основних клінічних проявів захворювання, запобігання гострим та хронічним ускладненням цукрового діабету, нормалізацію маси тіла.

Статеві залози, або **гонади** (жіночі — *яєчники*, чоловічі — *сім'яники*, або яєчка), є залозами змішаної секреції. Це парні органи, у яких протікає розвиток і дозрівання статевих клітин (зовнішньосекреторна функція), а також продукування статевих гормонів (внутрішньосекреторна функція).

Естрогени утворюються в яєчниках, **андрогени** — у яєчках. У групі чоловічих гормонів (*андрогенів*) найактивнішим є *тестостерон*. Серед жіночих гормонів (*естрогенів*) найважливішим є *прогестерон*. Обидва типи гормонів є в крові будь-якої людини, але в жінок більший уміст жіночих гормонів, у чоловіків — чоловічих.

Статеві гормони беруть участь у розвитку статевих органів і формуванні вторинних статевих ознак, забезпечують формування статевої поведінки й розмноження, запліднення, розвиток зародка, нормальне протікання вагітності. Крім того, вони впливають на роботу нервової системи та психіку.

Профілактика захворювань статевих залоз невіддільна від заходів запобігання захворюванням статевих органів і спрямована на збереження репродуктивного здоров'я.

Залози змішаної секреції. Підшлункова залоза. Інсулін. Глюкагон. Цукровий діабет. Статеві залози. Андрогени. Естрогени

Учені працюють над розробкою різних методів лікування діабету. Завдяки застосуванню методів біотехнології вдалося отримати кишкову паличку, здатну синтезувати інсулін.

1. Яка залоза змішаної секреції регулює обмін вуглеводів в організмі? **2.** Що таке цукровий діабет? **3.** Які чинники сприяють виникненню цукрового діабету? Запропонуйте заходи щодо запобігання йому. **4.** Чому за складної форми цукрового діабету інсулін потрібно вводити щодня? **5.** У чому полягає ендокринна функція статевих залоз?

6. Аналіз крові виявив у пацієнта підвищений уміст глюкози. Проаналізуйте можливі причини цього явища з точки зору функціонування ендокринної системи. **7.** До дії гормонів яких залоз подібна дія гормонів статевих залоз? Яке значення має таке «дублювання» функцій у період статевого дозрівання?

8. Часто, лікуючи захворювання гормональними препаратами (наприклад, кортикостероїдами), спостерігають різке збільшення маси тіла. Яка причина цього? Як потрібно ставитись до захоплення деяких людей використанням гормональних препаратів з медичною метою навіть за незначних порушень? Чому?

§ 61. Імунна система. Неспецифічний і специфічний імунітет. Імунізація

Пригадайте, які органи належать до імунної системи. Що таке лейкоцити та які їх властивості?

ІМУНІТЕТ — (від лат. *immunitas* — звільнення, позбавлення від чого-небудь) — сукупність захисних механізмів, які допомагають організму боротися з антигенами.



Френк Бернет (1899–1985)



Пітер Медавар (1915–1987)

Значення імунної системи. Саморегуляція організму забезпечується ще й імунною системою, що здійснює захист організму від усього чужорідного. Так, під час поділу клітин, який постійно відбувається в організмі, під дією різноманітних чинників одна з мільйона новоутворених клітин зазнає змін і стає чужорідною («ворожою») для організму. Оскільки таких клітин утворюється значна кількість, це мало б призвести до порушення нормальної життєдіяльності організму та навіть його загибелі (наприклад, коли утворюються ракові пухлини). Але це зазвичай не відбувається. Чому ж?

Відповідь на це запитання дали лауреати Нобелівської премії (1960 р.) австралійський учений Френк Бернет та англійський учений Пітер Медавар. Вони довели, що саме імунна система відрізняє чужорідну клітину від клітин власного організму (навіть за мінімальною ознакою — лише одним геном) і знищує її.

Тіла та речовини, які для організму є чужорідними, називають **антигенами** (від грец. *anti-* [анті] — префікс, що означає протилежність; *genos* [генос] — рід, походження). Антигенами можуть бути мікроорганізми (бактерії, віруси), одноклітинні (амеба дизентерійна, лямблії), гельмінти (паразитичні черви). Речовинами-антигенами є продукти життєдіяльності паразитів, власних клітин людини (наприклад, білки пухлинних та вірусоінфікованих клітин). Антигени бувають *зовнішніми* (ті, що потрапляють в організм зовні) і *внутрішніми* (продукти життєдіяльності власних клітин людини).

За надходження будь-якого антигену в організм одразу виникає **імунна відповідь**. Це — складна *захисна реакція організму*, у результаті якої антиген розпізнається та знешкоджується *антитілами*.

Антитіла — це особливі білки (імуноглобуліни), які виробляють лімфоцити крові у відповідь на вторгнення в організм *антигенів*. Після знищення

антигену антитіла залишаються в крові й за повторного надходження цього антигену в організм вступають з ним у боротьбу.

Таким чином, імунна система забезпечує нормальне функціонування цілісного організму. Крім того, разом з нервовою системою вона регулює діяльність ендокринної системи. Імунна система надзвичайно чутлива, а відповідно й дуже вразлива. Її можна порушити недостатньою руховою активністю, шкідливими звичками, нераціональним харчуванням, забрудненням навколишнього середовища, стресами, психосоціальними конфліктами тощо.

Органи, що беруть участь у забезпеченні імунітету. Імунна система представлена *центральними* та *периферичними органами* (іл. 16). До **центральних органів** належать *вилочкова залоза* і *червоний кістковий мозок*, а до **периферичних органів** — *лімфатичні вузли, мигдалики, селезінка* і *апендикс*. *Пригадайте, до яких ще систем кожен з цих органів належить та яку функцію виконує.* Окрім того, вилочкова залоза, червоний кістковий мозок, мигдалики, апендикс і селезінка належать до *лімфоїдних органів*. Разом з лімфатичними вузлами вони входять до складу лімфатичної системи, забезпечуючи взаємозв'язок двох систем — імунної та лімфатичної.

Основними клітинами імунної системи є *лімфоцити*. *Пригадайте, що це за клітини.* Серед лімфоцитів розрізняють *Т-лімфоцити* і *В-лімфоцити*. Як і всі лейкоцити, вони мають ядро і багато лізосом. На відміну від інших лейкоцитів, у плазматичній мембрані Т- і В-лімфоцитів містяться білкові молекули — рецептори, за допомогою яких вони розпізнають антигени. Вони утворюються в центральних органах імунної системи: Т-лімфоцити — у тимусі (вилочковій залозі), а В-лімфоцити — у червоному кістковому мозку.

Крім лімфоцитів, імунітет забезпечують *фагоцити*. *Пригадайте, що це за клітини. Яка їх властивість?* У знешкодженні мікроорганізмів беруть участь деякі білки (*інтерферон, лізоцим*), які здатні виділяти лейкоцити.

Т- і В-лімфоцити, фагоцити, інтерферон, лізоцим забезпечують різні *імунні реакції організму*, які можна об'єднати у два види — *неспецифічний* та *специфічний імунітети*.

Неспецифічний імунітет. Під неспецифічним (вродженим) імунітетом розуміють систему захисних чинників організму, до яких належать: шкіра, секрети слизових оболонок, які є першими бар'єрами на шляху інфекції; здатність лейкоцитів до фагоцитозу та утворення інтерферону, лізоциму та інших речовин. *Пригадайте прояв неспецифічної відповіді організму на поранення шкіри скалкою і виникнення місцевого запалення .*

Крім фагоцитів, неспецифічними механізмами захисту володіють інтерферон та лізоцим. Інтерферон утворюється лімфоцитами під впливом певного вірусу та нейтралізує його. Крім того, інтерферон стимулює неінфіковані клітини до вироблення противірусних білків. Він є активним не лише проти вірусу, який спричинив його утворення, а й проти інших вірусів. Лізоцим діє

подібно до інтерферону: руйнує бактеріальні клітини та стимулює вироблення антитіл.

Якщо інфекція стійка, то неспецифічна відповідь організму може виявитися недостатньою для її подолання. У цьому разі активізується специфічний механізм захисту організму.

Специфічний імунітет. У специфічному (набутому) імунітеті беруть участь *Т-* і *В-лімфоцити*. Утворившись у центральних органах імунної системи, вони з плином крові надходять до периферичних її органів, де починають взаємодіяти з антигенами та знищувати їх. Розрізняють кілька різновидів Т-лімфоцитів, зокрема Т-кіллери (від англ. *(to) kill* [(ту) кіл] — убивати) та Т-хелпери (від англ. *(to) help* [(ту) хелп] — допомагати), кожний з яких зумовлює певну імунну відповідь. Т-лімфоцити, зіткнувшись уперше з мікроорганізмами, не лише знищують їх, а й «запам'ятовують» і передають інформацію про них наступним поколінням Т-лімфоцитів.



Іл. 147. Схема будови антитіла

Антитіла, які виробляють В-лімфоцити, подібні до літери «Y» і складаються з 4-х білкових молекул (2 великі та 2 малі). Їхня нижня частина однакова в усіх антитіл, а роздвоєння догори слугує для зв'язування антигенів (іл. 147). Кожне антитіло зв'язується специфічним антигеном, подібно до того, як певний ключ відмикає лише певний замок. Кожний кінець може зв'язати по антигену, отже, одне антитіло може взаємодіяти з двома антигенами.

Формування специфічного імунітету пов'язане із впливом антигену на організм. Розрізняють дві його форми. *Активно набутий* імунітет — імунна відповідь організму на введення антигену внаслідок його прямого контакту з організмом. *Пасивно набутий* імунітет виникає, коли антитіла переносяться з організму, де вони утворилися, в інший організм, який з цим антигеном ще не контактував. Активно й пасивно набуті імунітети формуються в організмі двома шляхами: *природним* і *штучним* (див. *табл. 9*).

ВАКЦИНА (від лат. *vaccinus* [вакцинус] — коров'ячий) — медичний препарат, який виготовляють з ослаблених чи мертвих мікроорганізмів або з їхніх антигенів, отриманих хімічним шляхом.

АНАТОКСИН — медичний препарат, який виготовляють зі знешкодженого бактеріального токсину, що зберігає свої антигенні властивості.

Імунізація. Штучний імунітет — як активний, так і пасивний — виникає внаслідок спеціального введення в організм заданого антигену. Введення антигенів з метою забезпечити біологічну стійкість людини до певних інфекційних захворювань називають **імунізацією**. Для цього використовують *вакцини, анатоксини* чи *імунні сироватки*.

Вакцини й анатоксини захищають організм протягом тривалого часу, готові ж антитіла імунної сироватки захищають його тимчасово. Їхня захисна дія проявляється дуже швидко, але так само швидко стає слабкою. Імуноглобуліни сироватки, що вводиться, сприймаються як чужорідні білки й тому зазнають руйнації. У разі повторної інфекції їх потрібно вводити знову.

Таблиця 9

Форми специфічного імунітету

Активно набутий імунітет		**Пасивно набутий імунітет**	
Природний	*Штучний*	*Природний*	*Штучний*
Відбувається внаслідок інфікування організму. Перехворівши на певні інфекційні захворювання (вітряна віспа, кір, кашлюк тощо), людина зазвичай повторно на них не хворіє, оскільки в її організмі є вже антитіла проти відповідних збудників (антигенів)	Забезпечується шляхом введення вакцини або анатоксину. Вакцина чи анатоксин самі собою не викликають захворювання, але спричиняють імунну реакцію організму, яка призводить до вироблення антитіл. Вакцинацію (щеплення) роблять проти грипу, дифтерії, кашлюка, поліомієліту, кору, краснухи, туберкульозу тощо	Відбувається за перенесення антитіл від матері до плода через плаценту під час ембріонального розвитку або в організм новонародженої дитини з материнським молоком	Уведення готових антитіл (імунних сироваток або імуноглобулінів). Їх отримують із сироватки крові тих людей, які раніше перехворіли на інфекційні захворювання. Імунні сироватки також виготовляють із крові деяких тварин (коней, свиней, корів), яких спеціально заражують збудниками тієї чи іншої інфекційної хвороби

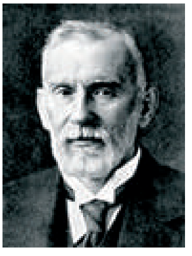
Імунна система. Антигени. Антитіла. Органи імунної системи: центральні, периферичні. Неспецифічний імунітет. Специфічний імунітет. Форми набутого імунітету. Імунізація

За даними Європейського регіонального бюро ВООЗ, планова імунізація проти таких інфекційних захворювань, як поліомієліт, правець, дифтерія, кашлюк, кір та епідемічний паротит («свинка») щороку врятовує життя і здоров’я мільйонам дітей у світі.

Фагоцити і Т-лімфоцити забезпечують *клітинний* імунітет, а антитіла — *гуморальний*. Клітинний імунітет — це клітинна імунна відповідь на дію антигена. Гуморальний імунітет — імунна відповідь на дію антигена, що здійснюється в рідинах внутрішнього середовища. Розділити клітинний і гуморальний імунітети як самостійні неможливо, оскільки в процесах клітинного імунітету хоча й опосередковану, але важливу роль відіграють антитіла, а в процесах гуморального імунітету (зокрема для активації утворення антитіл) —Т-лімфоцити.



Ілля Мечников (1845–1916), лауреат Нобелівської премії 1908 р. за відкриття клітинного імунітету



Пауль Ерліх (1845–1915), лауреат Нобелівської премії 1908 р. за відкриття гуморального імунітету

1. У чому полягає значення імунної системи? **2.** Що таке імунітет? **3.** Що таке антигени та антитіла? **4.** Назвіть органи, що беруть участь у забезпеченні імунітету. **5.** Які клітини імунної системи є основними? У чому полягають особливості їхньої будови? **6.** Який імунітет називають неспецифічним? Чому? **7.** У чому виявляється специфічний імунітет? **8.** Схарактеризуйте імунні реакції організму. **9.** Які розрізняють форми набутого імунітету? **10.** Що таке імунізація?

11. Понад сто років тому такі органи як мигдалики, апендикс, вилочкова залоза вважали «непотрібними і шкідливими» для організму. Чи згодні ви з такою думкою? Відповідь аргументуйте. **12.** Чим пояснити різноманітність лейкоцитів? **13.** Порівняйте активні й пасивні форми набутого імунітету.

14. Доволі часто в засобах масової інформації дискутують — робити щеплення чи ні — адже, за статистикою, після вакцинацій часто трапляються ускладнення. Думки фахівців різняться. Одні переконують, що кращого захисту від інфекцій, аніж вакцинація, немає. Інші стверджують, що щеплення не захищає від недуг, а лише завдає серйозного удару імунітетові. Яку думку поділяєте ви? Чому?

§ 62. Порушення роботи імунної системи: СНІД, алергія

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я»; а) що означає термін ВІЛ/СНІД? Які шляхи зараження ВІЛ та методи профілактики ВІЛ-інфікування? У чому полягає безпечна поведінка щодо ВІЛ/СНІДу?

Види порушень роботи імунної системи. Будь-який вплив на організм не минає безслідно: він відображається на нашому *імунному статусі* й, відповідно, на функціях організму загалом.

Є кілька видів порушення роботи імунної системи. **Імунодефіцит** — це знижена активність імунної системи. **Гіперреактивність** імунної системи проявляється в її надмірній активності. **Аутоімунні реакції** проявляються в утраті імунологічної толерантності до антигенів власних тканин.

ІМУННИЙ СТАТУС (від лат. *status* [статус] — становище) — кількісні показники роботи імунної системи та її функціональної активності.

У разі імунодефіциту або, як кажуть, «зниження імунітету», підвищується чутливість організму до різних інфекцій (бактеріальних, вірусних, грибкових) чи впливу різноманітних чинників (стреси, опромінення, антибіотики, кортикостероїди, травми тощо). Наслідком є виникнення гострих і хронічних захворювань, часто важких, іноді смертельних (онкологічні захворювання та СНІД).

СНІД (синдром набутого імунодефіциту) — захворювання, пов'язане з розладами імунної системи людини загалом. Збудник СНІДу — вірус імунодефіциту людини (ВІЛ) — уражає імунну систему людини, унаслідок чого різко знижується опірність організму проти будь-якого захворювання.

З організму людини ВІЛ було виділено в 1983 р. Особливістю цього вірусу є висока вибірковість: він розмножується лише в особливій групі лімфоцитів (Т-хелперах), участь яких необхідна для здійснення імунних реакцій. Потрапляючи в ці клітини й розмножуючись, вірус СНІДу порушує їхні

функції, а потім руйнує їх. Людина стає практично незахищеною від різних захворювань, спричинених хвороботворними мікроорганізмами, які за нормального імунітету для неї нешкідливі. Крім того, наслідком ослаблення імунітету є збільшення ймовірності розвитку злоякісних новоутворень (іл. 148).



Іл. 148. Прояви захворювання на СНІД:
1 — виснаження; 2, 3 — грибкові захворювання; 4 — рак шкіри;
5 — герпетична мітка; 6 — збільшений шийний лімфатичний вузол

У деяких людей за потрапляння ВІЛ-інфекції в організм захворювання не розвивається, але вони є її носіями ВІЛ-інфекції. У носіїв вірусу жодних симптомів СНІДу немає; вони не підозрюють, що інфіковані, й можуть заражати оточення. Прояв СНІДу залежить від типу протікання захворювання. Таких типів є три: ослаблення стійкості до різних мікроорганізмів; збільшення кількості злоякісних новоутворень; змішана форма. СНІД — це єдине епідемічне захворювання людини з тривалим періодом від моменту зараження до виникнення перших клінічних проявів (близько 15 років і навіть більше).

Складність боротьби зі СНІДом полягає в тому, що хвороба тривалий час не проявляється в жодний спосіб і виявити її можна лише провівши лабораторний аналіз крові за спеціальною методикою. Цей аналіз дозволяє виділити антитіла, які виникають у відповідь на проникнення вірусу СНІДу, а якщо є антитіла, то є й вірус-антиген, який їх викликав.

Вилікувати цю хворобу або запобігти їй вакцинами чи лікувальними сироватками поки що неможливо, хоча багато лабораторій світу працюють над розв'язанням цієї проблеми. Єдиним шляхом боротьби зі СНІДом залишається його *профілактика*: суворий імунологічний контроль за кров'ю, яку використовують для переливання; застосування шприців одноразового використання; уникання випадкових статевих стосунків; використання презервативів.

Алергія — надчутливість імунної системи організму, яка виявляється за повторної дії *алергену* на організм. За попередньої його дії організм став до цього алергену чутливим, тобто в ньому утворюються антитіла. За повторної його дії алергени взаємодіють з відповідними антитілами, унаслідок чого в кров виділяються певні речовини, які й зумовлюють алергічну реакцію (миттєвої або сповільненої дії). Прояви алергії різноманітні: постійний кашель, не-

жить, хрипи під час вдиху, ускладнене дихання, часте чхання, висипи на шкірі, набряки слизових оболонок (носа, дихальних шляхів) тощо. Це залежить від різновиду алергенів, що спричиняють алергію (іл. 149).

АЛЕРГЕНИ (від грец. *allos* [аллос] — інший; *genesis* [ґенезіс] — походження) — речовини, які спричиняють алергію (від *allosmaergon* [ерґон] — дія).



Іл.149. Різновиди алергенів

Є різні види алергій, залежно від того, який орган найбільше чутливий: *алергічний кон'юнктивіт* (алергічне ураження очей), *алергічний риніт* (алергічне ураження слизової носа), *кропивниця* (алергічне ураження шкіри) тощо.

Алергічні хвороби є чи не найпоширенішими захворюваннями у світі (25–40 % усього населення планети). Сотні тисяч людей умирають від бронхіальної астми, анафілактичного шоку, мільйони стають інвалідами.

Подібним до алергії є прояв **автоімунних хвороб**, за яких дії імунних механізмів спрямовані проти власного організму — на руйнування власних тканин. Така реакція організму — алергія на самого себе — є причиною багатьох захворювань, до яких належать певні різновиди анемій, червоний вовчок, розсіяний склероз, псоріаз тощо.

Імунодефіцит: СНІД. Гіперреактивність імунної системи. Алергія. Алергени. Аутоімунні хвороби

У деяких європейських країнах кожна людина від народження проходить обстеження на імунний статус, має паспорт імуностатусу й генетичну карту, які дозволяють обґрунтовано відповісти на запитання: можна і чи взагалі потрібно дитині вводити ту чи іншу вакцину. Можливо, у майбутньому і в Україні проводитимуть такі обстеження, але на це потрібне значне фінансування й належним чином підготовлені фахівці — генетики, імунологи, які зможуть за результатами обстежень оцінити імунний стан дитини. А як вважаєте ви — потрібно в нашій країні запроваджувати такі обстеження? Чому?

1. У чому проявляються порушення роботи імунної системи? Наведіть приклади. **2.** Що таке імунодефіцит? Які хвороби пов'язані з ним? **3.** Схарактеризуйте збудника СНІДу — вірус імунодефіциту людини (ВІЛ). **4.** Що таке алергія та які її прояви? **5.** Які чинники можуть спричиняти алергію? **6.** Що таке алергени? Наведіть приклади. **7.** Які хвороби називають аутоімунними? Чому вони отримали таку назву?

8. Чи можна застосувати подані образні вислови, обговорюючи алергічні хвороби: «Алергія на самого себе», «Обличчям до обличчя — обличчя не побачити»? Чому? **9.** Про існування ВІЛ/СНІДу відомо понад чверть століття. Чому за такий період ученим не вдається знайти ефективних методів лікування цього захворювання?

10. Запропонуйте програми профілактики ВІЛ/СНІДу. Визначте ступінь відповідальності кожного громадянина нашої держави у розв’язанні проблеми поширення СНІДу.

Узагальнення

Відносну сталість складу, властивостей та фізіологічних процесів внутрішнього середовища організму називають гомеостазом. Він є головною умовою функціонування клітин усього організму. Нервова регуляція гомеостазу здійснюється в основному вегетативною системою. Гуморальна (рідинна) регуляція здійснюється за допомогою речовин, що утворюються в процесі обміну. Біологічно активні речовини — гормони — виділяються залозами внутрішньої секреції, провідна роль серед яких належить гіпофізу, який координує роботу інших залоз внутрішньої і зовнішньої секреції.

Функції ендокринної системи регулює нервова система. Порушення роботи залоз внутрішньої секреції, пов’язане з виробленням або надмірною кількістю гормонів, — це гіперфункція, або недостатньою — гіпофункція. Це призводить до порушень життєдіяльності всього організму та виникнення важких захворювань.

Імунна система забезпечує саморегуляцію організму. Завдяки їй здійснюється захист організму від усього чужорідного — імунітет. Залежно від імунної реакції організму розрізняють два види імунітету — неспецифічний (вроджений) та специфічний (набутий). Неспецифічний імунітет зумовлений в основному здатністю лейкоцитів до фагоцитозу. У специфічному імунітеті беруть участь Т- і В-лімфоцити. Формування набутого імунітету пов’язане із впливом антигену на організм. Розрізняють дві його форми — активно набутий та пасивно набутий. Вони формуються в організмі двома шляхами: природним і штучним. Для штучної імунізації використовують вакцини, анатоксини чи імунні сироватки.

Порушення роботи імунної системи (імунодефіцит, алергія, аутоімунні реакції) проявляються у зниженні або підвищеній імунологічній активності. СНІД — інфекційне захворювання, пов’язане з розладами імунної системи людини загалом. Єдиним шляхом боротьби зі СНІДом є його профілактика.

Тема 11. РОЗМНОЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

У кожної нормальної людини є дарована природою потреба в продовженні роду. Однак, на відміну від тварин, у людини прояв цієї потреби, спрямований на її задоволення, втрачає свій винятково біологічний характер і набуває великого соціального змісту та значення.

Жан Жак Руссо, французький філософ і письменник XVIII ст.

§ 63. Будова та функції репродуктивної системи. Статеві клітини. Запліднення

Пригадайте основні форми розмноження організмів. Які особливості статевого розмноження тварин? Яка будова статевих клітин ссавців?

Значення розмноження. Самовідтворення — універсальна властивість живого, яка забезпечує здатність організму людини до розмноження. Воно є необхідною умовою існування будь-якого виду.

Саме завдяки цій властивості людина з покоління в покоління відтворює потомство, тому життя виду *Homo sapiens* не припиняється. Людина забезпечує продовження роду, взаємне піклування між предками й нащадками.

ГАМЕТОГЕНЕЗ — процес розвитку статевих клітин.

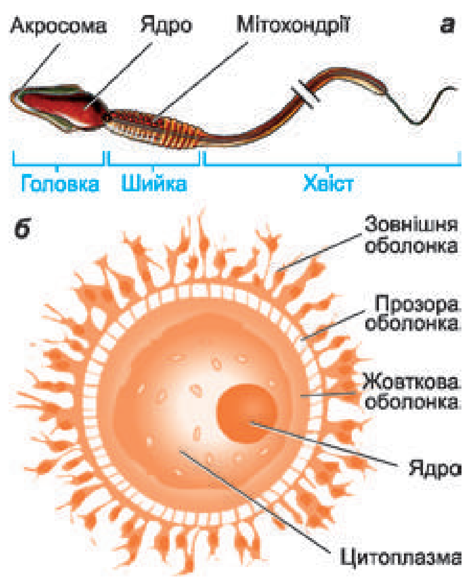
СТАТЕВЕ РОЗМНОЖЕННЯ — форма розмноження організмів, за якої нова особина розвивається із зиготи, що виникає внаслідок злиття чоловічої та жіночої статевих клітин (гамет).

Статеве розмноження людини, яке характерне і для інших організмів, відбувається за допомогою жіночих і чоловічих статевих клітин (гамет).

Статеві клітини (гамети). Яйцеклітина — жіноча гамета, а сперматозоїд — чоловіча (іл. 150 а). Вони відрізняються за формою та розміром. Яйцеклітина куляста, велика за розміром (120–150 мкм), а сперматозоїд — дуже дрібна, з довгим хвостом (до 70 мкм) клітина. На відміну від яйцеклітини, сперматозоїд рухливий.

Зовні яйцеклітина вкрита трьома оболонками: *зовнішньою, прозорою* і *внутрішньою жовтковою*, які виконують захисну функцію та забезпечують необхідний тип обміну речовин.

Усередині клітини є ядро і цитоплазма, а також усі типові клітинні органели (іл. 150 б). Однак за будовою яйцеклітини відрізняються від інших клітин, оскільки пристосовані для реалізації розвитку ці-



Іл. 150. Будова статевих клітин: а — сперматозоїда; б — яйцеклітини

лого організму. Яйцеклітини значно більші, ніж інші клітини тіла; вони містять великий запас поживних речовин у вигляді жовткових включень, рівномірно розподілених по клітині. Цей запас поживних речовин є основою для розвитку зародка, що формується із заплідненої яйцеклітини.

Сперматозоїд складається з головки, шийки та хвостика (іл. 150 а). Головка має ядро, оточене тонким шаром цитоплазми, й особливу структуру — *акросому*. Вона виробляє фермент, який сприяє проникненню сперматозоїда в яйцеклітину. У шийці є велика кількість мітохондрій, енергія яких забезпечує рух хвоста, а отже, й рух самого сперматозоїда до яйцеклітини.

Дослідження сперматозоїдів під електронним мікроскопом виявило, що цитоплазма головки має не колоїдний, а рідкокристалічний стан. Цим досягається стійкість сперматозоїдів до несприятливих умов середовища.

Репродуктивна система людини. Вам уже відомо, що здійснення функції розмноження забезпечує репродуктивна, або статева, система. Людина належить до різностатевих організмів, тобто за статевими ознаками розрізняють чоловічу й жіночу статі. Відповідно розрізняють *чоловічу* й *жіночу репродуктивні системи*, кожна з яких утворена статевими органами, до яких належать **статеві залози**, де формуються гамети; **статеві шляхи**, по яких гамети рухаються, і **зовнішні статеві органи**, що забезпечують статевий акт. *Пригадайте, до яких залоз за способом секреції належать статеві залози.*

РЕПРОДУКТИВНА СИСТЕМА (від лат. *re* [ре] — префікс, що означає повторну чи зворотну дію; *produco* [продуко] — виробляю, створюю) — сукупність органів, які забезпечують статеве розмноження.

ФОЛІКУЛ — міхурець, у якому відбувається утворення яйцеклітини.

Будова жіночої репродуктивної системи. Жіночою статевою залозою є **яєчник** (іл. 151). Це — парний орган, мигдалеподібної форми, розташований у порожнині малого тазу. Правий яєчник завжди більший, ніж лівий. Яєчники містяться по обидва боки від матки й еластичною зв’я́зкою прикріплені до неї.

Яєчники виконують дві найважливіші функції: у них утворюються яйцеклітини, а також продукуються статеві гормони. *Пригадайте, як називають ці гормони та яка їх роль.*

Яйцеклітини формуються в кірковому (зовнішньому) шарі яєчника, що займає 2/3 його об’єму. Під електронним мікроскопом можна побачити тисячі незрілих яйцеклітин, кожну в круглому мішечку, або **фолікулі**. Також добре помітні фолікули, що містять яйцеклітини на різних стадіях розвитку. Протягом життя жінки дозріває всього лише 400–500 яйцеклітин.

Маткова труба — парний орган. Одним кінцем кожна труба з’єднана з маткою. Другий кінець має розширення (лійку) й відкривається в черевну порожнину поблизу яєчника. Хоча вони містяться дуже близько один до одного, прямого зв’язку між яєчником та отвором маткової труби немає. Краї лійки оточені пальцеподібними торочками. Внутрішня поверхня маткової труби вистелена війчастим епітелієм. Завдяки рухам війок сформована в яєчнику яй-

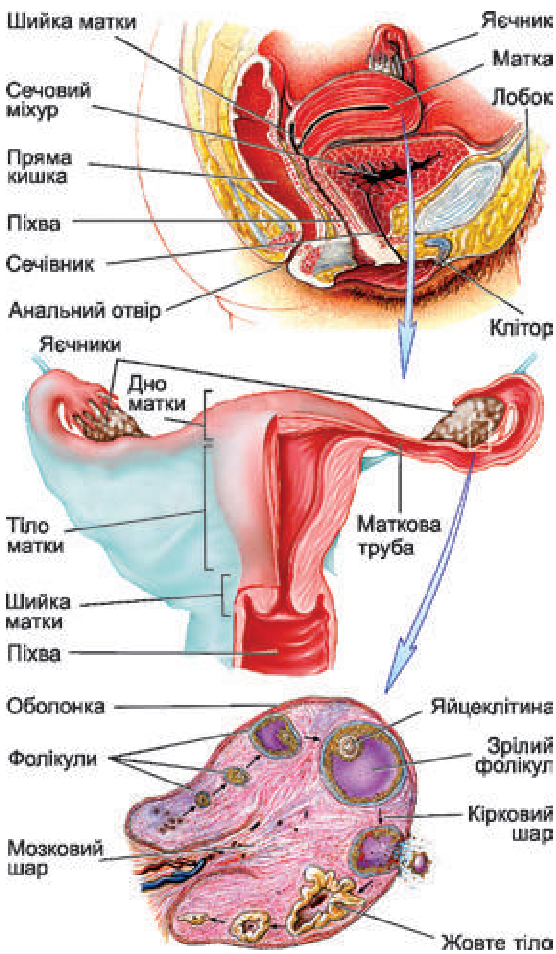
цеклітина потрапляє до маткової труби, де й відбувається її запліднення сперматозоїдом. Запліднена яйцеклітина переміщується з маткової труби до матки.

Матка — непарний порожнистий м'язовий орган, який прикріплений зв'язками до стінок черевної порожнини. Її основна функція пов'язана з розвитком зародка та виношуванням плода під час вагітності. Стінки матки товсті, утворені трьома оболонками: зовнішньою сполучнотканинною, середньою м'язовою і внутрішньою слизовою, багатою на кровоносні судини. Форма матки грушоподібна. Вона має верхню випуклу частину — *дно*, середню — *тіло* та звужену нижню частину — *шийку*. Шийка — канал, який сполучає матку з **піхвою**. Це м'язова трубка завдовжки 10 см. Верхнім кінцем вона зв'язана з шийкою матки, а нижнім — із *зовнішніми статевими органами*.

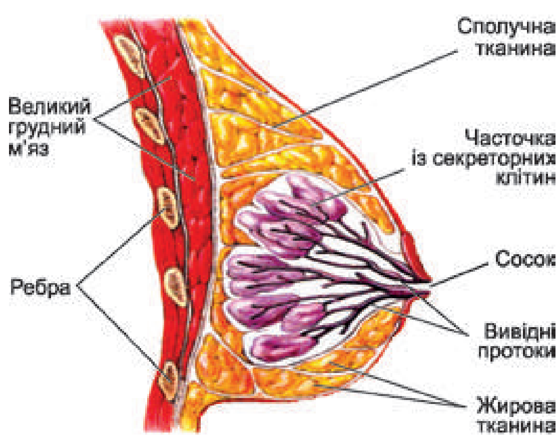
Піхва утворюється м'язовою і слизовою оболонками. Залози слизової оболонки виділяють бактерицидну змащувальну речовину. Через піхву сперматозоїди потрапляють у жіночий організм.

До репродуктивних жіночих органів належать також молочні залози (іл. 152). *Пригадайте, до яких залоз за способом секреції вони належать та яку функцію виконують.*

Будова чоловічої репродуктивної системи (іл. 153). Основною чоловічою статевою зало-

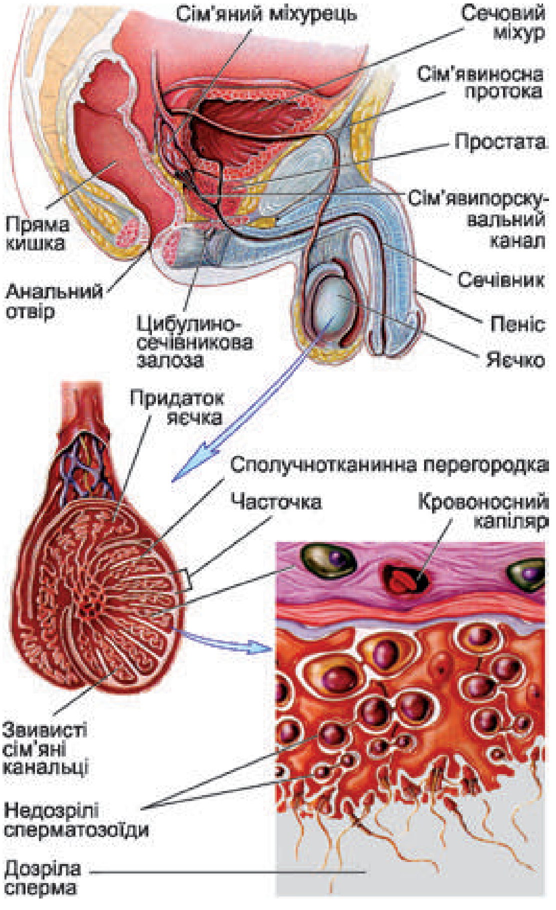


Іл. 151. Будова жіночих статевих органів



Іл. 152. Молочна залоза

зою є **яєчко**. Це — парна статева залоза овальної форми, що міститься поза черевною порожниною в *мошонці* — шкірно-м'язовому органі. Зовні яєчко вкрите щільною білковою оболонкою, а всередині розподілене сполучнотканинними перегородками на часточки (200–300 у кожному яєчку). У кожній часточці яєчка розташовуються 1–4 звивисті сім'яні канальці завдовжки 30–80 см, у стінці яких відбувається утворення сперматозоїдів.



Іл. 153. Будова чоловічих статевих органів

СПЕРМА — це рідина, яка містить сперматозоїди та продукти секреції придаткових статевих залоз.

Повний цикл розвитку сперматозоїда триває близько 75 днів. Сперматозоїди розвиваються в дуже великих кількостях (1 мл сперми містить близько 100 млн сперматозоїдів).

Простір між петлями звивистих канальців заповнений пухкою сполучною тканиною, що містить значну кількість кровоносних і лімфатичних судин, нервових закінчень, а також клітини, які виробляють *чоловічі статеві гормони*. *Пригадайте, які гормони продукуються в яєчках та яка їхня роль.*

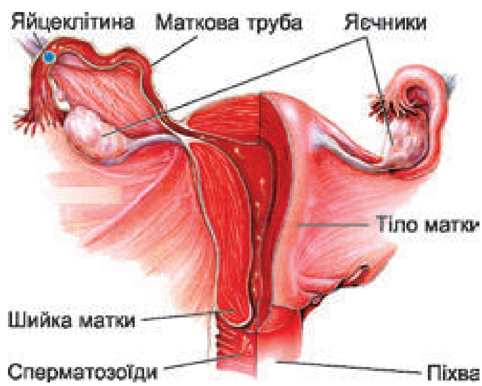
По *сім'яних канальцях* сперматозоїди просуваються до придатків, які розташовані вздовж заднього краю яєчок. Секрет придатків забезпечує живлення і рухливість чоловічих гамет. У придатках сперматозоїди зберігаються, змішуються з їхнім секретом. Від кожного придатка яєчка відходить *сім'явиносна протока*. По боках від сім'явиносних проток містяться *сім'яні міхурці* — парні придаткові статеві залози, у яких утворюється рідкий секрет, що забезпечує сперматозоїди поживними речовинами та їх рухливість. Сім'явиносні протоки, з'єднуючись із протоками сім'яних міхурців, утворюють єдиний *сім'явипорскувальний канал*, який відкривається у сечовипускальний канал (*сечівник*). Тут сечовий і статевий шляхи об'єднується.

Верхню частину сечівника під сечовим міхуром охоплює ще одна придаткова статева залоза — *передміхурова залоза* (*простата*), рідкий секрет якої забезпечує рух сперматозоїдів, а також процес сім'явипорскування. Окрім цього, м'язи залози стискають сечівник, запобігаючи змішуванню сечі та сперми.

Позаду сечівника міститься *цибулино-сечівникова залоза* — парна придаткова статева залоза. Її вивідні протоки відкриваються в порожнину сечівника. Слизоподібний секрет, який виділяється цією залозою, змішується зі спермою в сім'явипорскувальному каналі, нейтралізує кислу реакцію сечі, готуючи сечівник до викиду через нього сперми. Виведення назовні сперми забезпечує статевий член (*пеніс*) — непарний зовнішній статевий орган.

Як чоловічі, так і жіночі зовнішні статеві органи побудовані таким чином, щоб під час статевого акту сперматозоїди з організму чоловіка перенеслися в організм жінки, максимально сприяючи внутрішньому заплідненню. *Пригадайте, для яких тварин характерне внутрішнє запліднення.*

Запліднення відбувається у верхній частині маткової труби жінки (іл. 154). Сперматозоїди потрапляють у піхву під час статевого акту, рухаються через шийку матки до її порожнини, а далі — до маткових труб. З кожним статевим актом виділяється 2–3 мл сперми. Майже 300 млн сперматозоїдів досягає шийки матки, з них близько 300 опиняється в маткових трубах. Коли ці сперматозоїди в одній з маткових труб зустрічаються з яйцеклітиною, вони оточують її і виділяють ферменти, які розщеплюють оболонки яйцеклітини. Один сперматозоїд проникає головкою в яйцеклітину, відкидає хвіст і запліднює її. Після цього оболонка яйцеклітини стає непроникною для інших сперматозоїдів. Ядра обох статевих клітин (сперматозоїда та яйцеклітини) зливаються в одне, й утворюється зигота. Сперматозоїди зберігають здатність до запліднення протягом 2 діб, а яйцеклітина — протягом 12–14 годин.



Іл. 154. Рух сперматозоїдів до яйцеклітини

ЗАПЛІДНЕННЯ — це процес злиття чоловічої та жіночої статевих клітин, у результаті якого утворюється зигота.

ЗИГОТА (від грец. *zygotos* [зиготос] — з'єднаний разом) — запліднена яйцеклітина, одноклітинний зародок, з якого розвивається новий організм.

NB **Чоловічі та жіночі статеві залози. Яєчко. Яєчник. Статеві клітини: сперматозоїд, яйцеклітина. Запліднення**

1. Чому розмноження вважають однією з найважливіших функцій організму? **2.** Яка форма розмноження властива людині? **3.** Охарактеризуйте будову: а) яйцеклітини; б) сперматозоїда. **4.** Які органи утворюють репродуктивну систему: а) жіночу; б) чоловічу? **5.** За іл. 151, 153 віднайдіть зовнішні жіночі та чоловічі статеві органи. Які функції вони виконують? **6**. Назвіть чоловічі статеві залози. Які функції вони виконують? **7.** Яку назву має жіноча статева залоза та які функції вона виконує? **8.** Що таке гаметогенез? **9.** Які гормони впливають на формування статевих клітин? Де вони утворюються? **10.** Що таке запліднення? Як відбувається цей процес у людини?

11. У чому полягає взаємозв'язок між будовою та функціями статевих залоз людини? **12.** Поміркуйте, чому жіночі статеві залози розташовані всередині організму людини, а чоловічі — назовні. **13.** Поясніть роль ендокринної системи в регуляції розвитку статевих клітин.

14. Відомо, що розвиток статевих клітин може порушуватися під впливом певних зовнішніх чинників, які спричиняють неможливість запліднення, викидні, народження хворих дітей. Які саме чинники зовнішнього середовища можуть спричинити такі нещастя? **15.** Обґрунтуйте, чому діти подібні до своїх батьків, але не є їхніми точними копіями.

§ 64. Менструальний цикл. Вагітність

Пригадайте, яка тривалість вагітності в різних представників ссавців та від чого вона залежить.

Овуляція. Щомісяця у статевозрілої жінки зазвичай дозріває один фолікул. Збільшуючись, він випинається над поверхнею яєчника. Оболонка фолікула стає тонкою, міхурець розривається, і яйцеклітина потрапляє в черевну порожнину. Цей процес руйнування фолікула і виходу з нього яйцеклітини називають **овуляцією**. У нормі в середньому овуляція відбувається один раз на 28 ± 7 днів. Залишки дозрілого фолікула формують *жовте тіло*, яке продукує гормон **прогестерон**. Прогестерон затримує дозрівання наступного фолікула і спричиняє зміни в матці. Її слизова оболонка набухає, наповнюючись кров'ю. Створюються умови для розвитку зародка і виношування плоду. Якщо яйцеклітина не запліднилась, то через кілька днів вона гине, а жовте тіло зникає.

МЕНСТРУАЦІЯ — щомісячний процес відторгнення внутрішньої слизової оболонки матки, який супроводжується кров'янистими виділеннями протягом 3–5 днів.

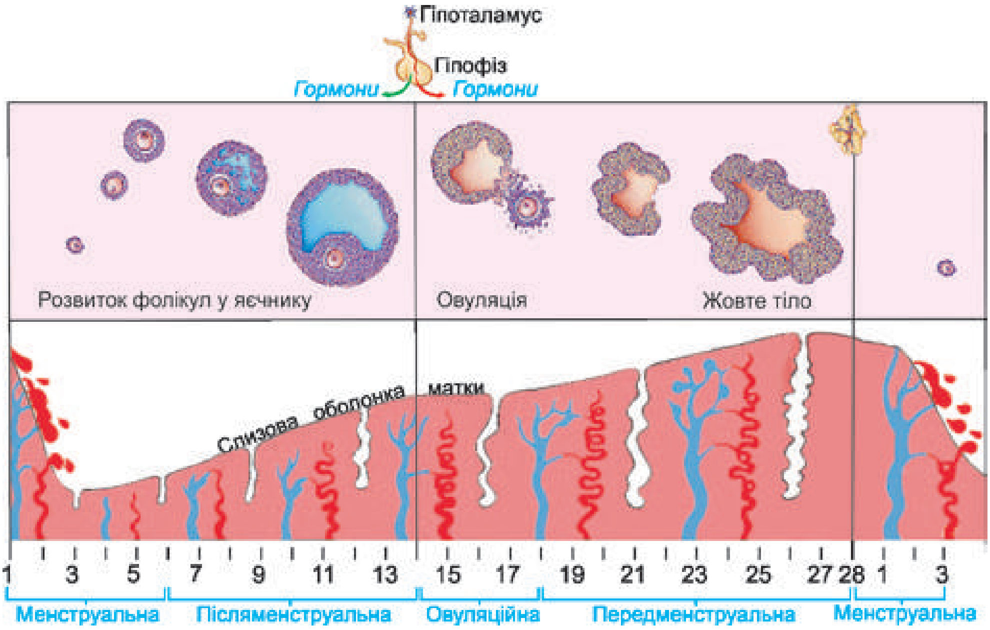
МЕНСТРУАЛЬНИЙ ЦИКЛ — це фізіологічний процес, під час якого відбуваються послідовні циклічні зміни в організмі жінки, що контролюються статевими гормонами.

Слизова оболонка матки, що набухла й розрослася, починає розшаровуватися і відділяється від її стінок. Матка скорочується. Кровоносні судини тріскають, і кров разом з частинками слизової оболонки виділяється назовні. Цей фізіологічний процес називають **менструацією**.

У дівчаток перші менструації з'являються у віці 12–14 років і свідчать про початок статевого дозрівання. Припинення менструацій відбувається в жінок у віці 47-50 років. *Пригадайте, з чим це пов'язано.*

Менструальний цикл. Процес дозрівання яйцеклітин відбувається циклічно. Він пов'язаний зі змінами в репродуктивній системі жінки. Зовні це проявляється регулярними менструаціями.

Тривалість **менструального циклу** в нормі становить 28±7 днів. Початком менструального циклу умовно вважають перший день менструації. Кожен менструальний цикл — це підготовка організму жінки до вагітності. У циклі виділяють 4 фази (іл. 155): *менструальну*, *післяменструальну*, *овуляційну* та *передменструальну.*



Іл. 155. Фази менструального циклу

Менструальна фаза настає за відсутності запліднення. У післяменструальну фазу (зазвичай 6–13-й день) відбувається відновлення слизової оболонки матки. Гіпофіз під впливом гіпоталамуса виділяє гормон, який стимулює розвиток нового фолікула. Цей фолікул починає виділяти гормон *естроген*, який впливає на розвиток яйцеклітини та розростання стінки матки. Відбувається підготовка до вагітності. Поява гормону естрогену зумовлює виділення гіпофізом гормону, який стимулює овуляцію. Далі відбувається овуляція. Яйцеклітина виходить з яєчника й надходить у маткову трубу, де завершується її дозрівання. Овуляція триває приблизно 3–5 днів. Саме в цей період може відбутися запліднення. Передменструальна фаза пов'язана з утворенням на місці зруйнованого фолікула жовтого тіла. Якщо запліднення не відбувається, жовте тіло припиняє функціонувати, цикл повторюється знову. Якщо ж запліднення відбувається, то настає вагітність.

Вагітність (іл. 156). Вам уже відомо, що вагітність починається із запліднення яйцеклітини та закінчується народженням дитини. Триває вагітність у середньому 280 днів, тобто, 40 тижнів (або 9 місяців). Умовно його поділяють на триместри (кожен по три місяці). Протягом цього часу в організмі жінки відбуваються фізіологічні зміни, спрямовані на утримання заплідненої яйцеклітини в матці, створення умов для нормального розвитку плода та підготовку до пологів. Усі зміни в жіночому організмі зумовлені діяльністю залоз внутрішньої секреції.

Початок вагітності характеризується тим, що гіпофіз різко зменшує вироблення гормонів, які регулюють роботу статевих залоз. Це призводить до гальмування дозрівання яйцеклітин у яєчниках, припинення овуляції, а відтак — і менструації. З іншого боку, гіпофіз починає виробляти гормон *пролактин*, який необхідний для утворення молока. Крім того, пролактин стимулює ріст і розвиток молочних залоз, збільшення числа часточок і протоків у них.



Іл. 156. Вагітність

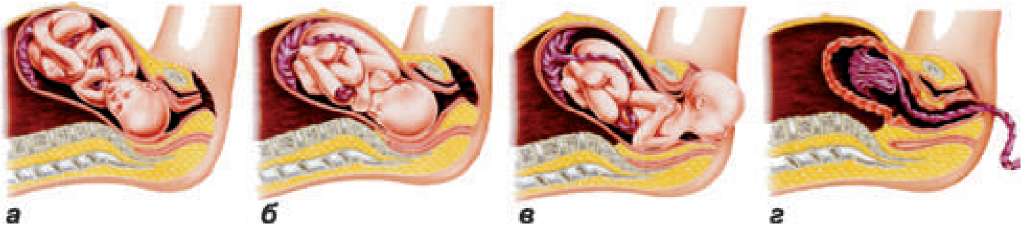
ВАГІТНІСТЬ — це сукупність фізіологічних процесів, пов'язаних з утворенням зародка та розвитком плода в організмі жінки.

ПОЛОГИ — це фізіологічний процес, під час якого народжується дитина; завершальний етап вагітності.

Особливу роль у цей період вагітності відіграє *прогестерон*, що виділяється жовтим тілом. Він зумовлює імплантацію (вростання зародка в оболонку матки) й утримання плодового яйця в матці, перешкоджає дозріванню нових яйцеклітин у яєчниках. З 3–4-го місяця вагітності жовте тіло, як залоза внутрішньої секреції, перестає виробляти прогестерон і його функцію цілком бере на себе *плацента*. *Пригадайте, що таке плацента та яку роль вона виконує у ссавців.* Прогестерон сприяє нормальному перебігу всієї вагітності.

Наприкінці вагітності в організмі жінки відбуваються зміни, що свідчать про наближення *пологів*. Голівка дитини опускається в порожнину таза (іл. 157 а, б). Сигналом до початку родової діяльності є збільшення в крові концентрації гормону *окситоцину*, що виробляється гіпофізом. Окситоцин спричиняє сильні й регулярні скорочення м'язів матки — перейми. При цьому

шийка матки розкривається, плідні оболонки розриваються, виділяються навколоплідні води (іл. 157 в). Це може тривати в середньому від 6 до 18 годин. Після цього скорочення матки посилюються і плід починає рухатись родовими шляхами до піхви. Майбутня матір допомагає такому руху *потугами* — сильними скороченнями м'язів черевного пресу. Приблизно за годину народжується дитина.



Іл. 157. Народження дитини

Відторгнення плаценти під час пологів (іл. 157 г) стимулює гіпофіз матері до секреції ним гормону пролактину, який ініціює утворення й виділення молока молочними залозами. Із грудним молоком дитина отримує всі речовини, необхідні для розвитку, а також антитіла, які захищають її організм від хвороб. *Пригадайте, що таке антитіла. Який імунітет вони забезпечують?*

Овуляція. Менструальний цикл. Вагітність.
Роль залоз внутрішньої секреції в регулюванні вагітності. Пологи

Протягом вагітності жінка зазвичай виношує одну дитину. Але є випадки народження водночас більше дітей — близнят. Вони можуть бути однояйцевими та різнояйцевими. *Однояйцеві близнята* розвиваються з однієї зиготи, яка поділилася на дві (іноді більше) клітини, кожна з яких розвинулась в окремий організм. В організмі матері вони зв'язані пуповинами з єдиною плацентою. Ці близнята дуже схожі між собою: однієї статі, групи крові, з однаковим кольором очей тощо. *Різнояйцеві близнята — результат запліднення відразу кількох яйцеклітин.* Пуповини цих близнят кріпляться кожна до своєї плаценти. Ці близнята можуть бути різної статі, схожими між собою, як звичайні брат і сестра.

1. Що таке овуляція? **2.** Що таке жовте тіло та яка його функція? **3.** Що таке менструація та про що вона свідчить? **4.** Що таке менструальний цикл? **5.** Які процеси відбуваються під час менструального циклу? Чим вони зумовлені? **6.** Що таке вагітність? **7.** Чим зумовлені фізіологічні зміни в організмі вагітної жінки? **8.** Які процеси відбуваються під час пологів?

9. Чому відбувається овуляція? **10.** Поясніть роль ендокринної системи в регуляції: а) овуляції; б) вагітності. **11.** З давніх-давен у народі склалися обряди та звичаї, спрямовані на появу й розвиток здорових нащадків. Що вам відомо про такі народні традиції?

12. Як ви розумієте твердження: «Запобігання небажаній вагітності — це справа обох партнерів»?

§ 65. Ембріональний період розвитку людини. Плацента, її функції

Пригадайте, які часові етапи характерні для всіх біологічних систем. Де розвивається зародок у ссавців?

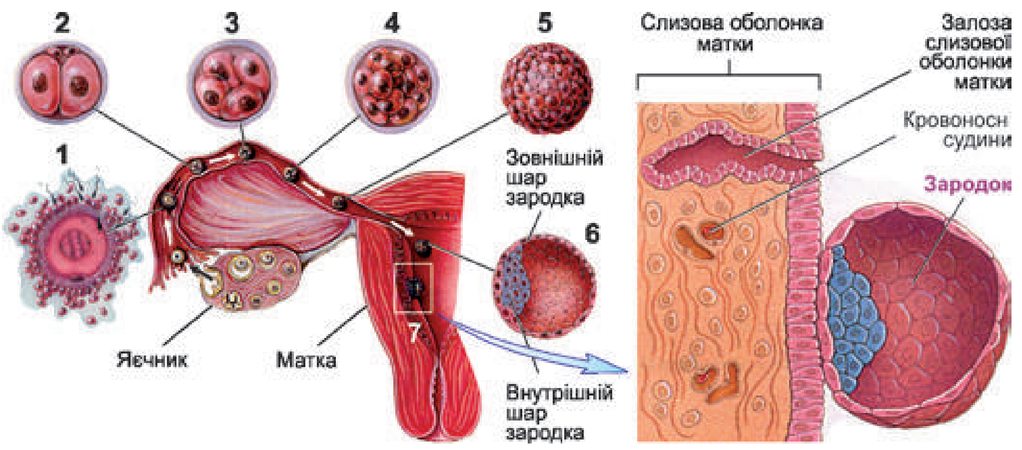
Індивідуальний розвиток людини. З розмноженням тісно поєднаний процес індивідуального розвитку людини, який передбачає взаємопов'язані кількісні та якісні перетворення організму.

В індивідуальному розвитку (онтогенезі) розрізняють *ембріональний* і *постембріональний періоди*. **Ембріональний розвиток** триває від утворення зиготи до народження дитини, **постембріональний розвиток** розпочинається після народження людини та завершується її смертю. Для кожного періоду характерна низка послідовних анатомічних, фізіологічних і біохімічних змін.

ІНДИВІДУАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ, або **ОНТОГЕНЕЗ**, — розвиток організму, який триває від утворення зиготи до природної смерті.

Ембріональний період розвитку людини відбувається в організмі жінки. Вам уже відомо, що стан жінки в цей період називають вагітністю. У нормі ембріональний розвиток людини триває в середньому 280 днів. У перші вісім тижнів ембріонального розвитку ненароджену дитину називають **зародком**, з 9 тижня — **плодом**.

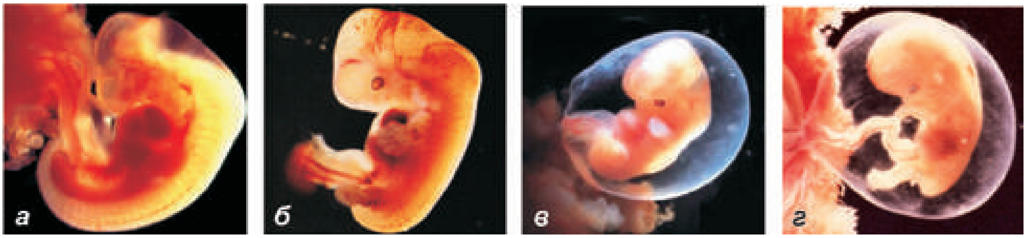
Розвиток зародка. Запліднена яйцеклітина (*зигота*), просуваючись по матковій трубі, ділиться, перетворюючись на багатоклітинний зародок. На четверту добу, коли зародок потрапляє в порожнину матки, поділ клітин стає інтенсивнішим. Зародок набуває форми міхурця з порожниною всередині. У міхурці виділяють зовнішній і внутрішній шари (іл. 158).



Іл. 158. Розвиток зародка: 1 — запліднення; 2–5 — поділ зиготи; 6 — утворення в зародка внутрішнього та зовнішнього шару; 7 — вростання зародка в слизову оболонку матки

Клітини зовнішнього шару зародка виділяють ферменти, які розчиняють слизову оболонку матки. На 7–8 добу після запліднення відбувається процес вростання зародка в слизову оболонку матки (іл. 158). Після проникнення в стінку матки зародок швидко росте й розвивається. У нього поступово утворюються три зародкові листки (ектодерма, мезодерма й ентодерма), що дають початок тканинам й органам.

У чотиритижневого зародка (завдовжки 4–5 мм) уже сформована нервова трубка, що дає початок спинному та головному мозку; хорда, з якої розвивається хребет; кишка; серце. У 8 тижнів у зародка (завдовжки 2,5 см, маса 12 г) сформовані зачатки всіх майбутніх органів; він починає рухатись, хоча матір і не відчуває цих рухів (іл. 159).

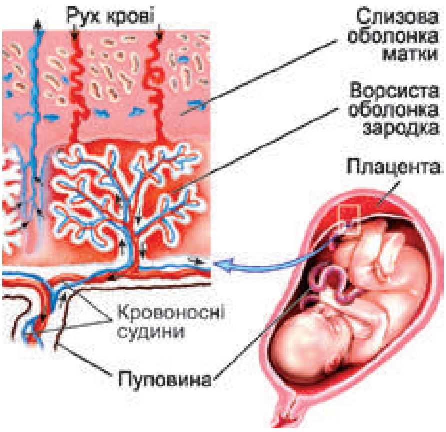


Іл. 159. Зародок людини:
а — 4 тижні; б — 6 тижнів; в — 7 тижнів; г — 8 тижнів

Плацента та її функції. Під час розвитку зародка утворюються оболонки, що вкривають його з усіх боків. Зовнішня оболонка має безліч ворсинок. Ворсинки тієї частини зовнішньої зародкової оболонки, яка обернена до стінки матки, дуже розростаються і розгалужуються, занурюючись у слизову оболонку матки, густо пронизану кровоносними судинами. Ця ділянка оболонки бере участь в утворенні плаценти (іл. 160). Як вам уже відомо, **плацента**, або *дитяче місце*, — це орган, що зв'язує плід з організмом матері під час ембріонального розвитку.

Через плаценту плід отримує від материнського організму поживні речовини й кисень, виводить кінцеві продукти обміну речовин. Крім того, плацента захищає плід від проникнення токсичних речовин і більшості хвороботворних мікроорганізмів. Через неї від матері до плоду потрапляють антитіла.

Плід з'єднується з плацентою за допомогою **пуповини** — сполучнотканинного канатика, у якому проходять судини: пуповинна вена та дві пуповинні артерії, що закінчуються системою капілярів.



Іл. 160. Будова плаценти

Кров матері та плода не змішується; обмін речовинами відбувається через систему капілярів у плаценті. Пуповинні артерії відводять венозну кров від плаценти до організму матері, а пуповинна вена приносить до плода через плаценту артеріальну кров з поживними речовинами.

Розвиток плода. Плід, що розвивається в матці, міститься в особливих плідних оболонках, які утворюють мішок, заповнений *навколоплідними водами*. Вони виконують функцію механічного захисту плода. Навколоплідні води заповнюють простір між плодом і внутрішньою плодовою оболонкою. Вони дають змогу плоду вільно рухатися в мішку, забезпечують захист від зовнішніх ушкоджень та інфекцій, сприяють його розвиткові та нормальному перебігу пологів (табл. 10).

Таблиця 10

Розвиток плода

12 тижнів	16 тижнів	28 тижнів	40 тижнів
Плід набуває вигляду, подібного до людини, але голова його дуже велика. Усі основні внутрішні органи сформовані, завершується формування вушних раковин, повік. Зачатки статевих залоз диференціюються на чоловічі та жіночі. Довжина — 9 см, маса — 18 г	Сформовані статеві органи; тіло вкрите тонким пушком. Починається окостеніння черепа. Формується м’язова система. Плід набуває здатності до енергійних рухів. Довжина — 16 см, маса — 140 г	У плода пробуджуються відчуття, він уже здатний чути, з’являється смак, плід може смоктати пальці. Довжина — 35 см, маса — 1,3–1,4 кг	Зрілий плід, готовий до життя поза організмом матері. Довжина — 50 см, маса — 3–4 кг






В ембріональному розвитку людини виділяють *критичні періоди* — періоди підвищеної чутливості зародка та плода до дії чинників середовища. Це періоди запліднення, вростання зародка в слизову оболонку матері, формування нервової трубки, хорди й плаценти, пологи. Плід надзвичайно чутливий до недостатнього постачання його киснем і поживними речовинами, до охолодження, перегрівання, дії різних хімічних речовин та інфікування. Зокрема, потрапляння в кров плода лікарських речовин, алкоголю, нікотину, наркотиків

та інших отруйних речовин, деяких вірусів, бактерій, одноклітинних паразитичних організмів, які можуть бути в тілі матері, може спричинити уповільнення розвитку, появу різних аномалій, загибель плода.

Онтогенез. Ембріональний період розвитку. Зародок. Плід. Плацента. Пуповина

У 1971 р. ВООЗ виділила поняття TORCH-синдром. Ця абревіатура стосується внутрішньоутробних інфекцій, які найчастіше трапляються: T — токсоплазмоз, O — сифіліс, гепатити, стрептококи та інші вірусні й бактеріальні інфекції, R — краснуха, C — цитомегаловірус, H — герпес). *Висловте своє ставлення до проблеми здорового способу життя як необхідної умови народження здорової дитини.*

1. Що таке індивідуальний розвиток людини? **2.** Які періоди онтогенезу розрізняють? **3.** Що таке ембріональний період розвитку людини? **4.** Як відбувається утворення і розвиток зародка? **5.** Що таке плацента і яку функцію вона виконує? **6.** Як відбувається розвиток плода? **7.** Яке значення навколоплідних вод для розвитку плода? **8.** Яка функція пуповини? **9.** Чи змішується кров плода і кров матері? Чому?

10. Чим зародок відрізняється від плода? **11.** На ранніх стадіях розвитку зародок людини подібний до зародків усіх хребетних тварин. Це виявив ще у 1828 р. учений-ембріолог Карл Бер. Яке значення мало це відкриття для розвитку біологічної науки?

12. На основі додаткових джерел інформації підготуйте повідомлення про TORCH-інфекції та їх вплив на ембріональний розвиток людини.

§ 66. Постембріональний розвиток людини

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», які ознаки характерні для статевого дозрівання.

Вікові періоди. Від народження до смерті в організмі людини відбуваються процеси росту, розвитку, оновлення клітин, інтенсивність яких у різні періоди життя людини неоднакова. Кожний період життя характеризується *віковими особливостями* організму, які є сукупністю анатомічних, фізіологічних, психічних та інших параметрів. Розрізняють **календарний** і **біологічний вік** людини.

ВІК — часові характеристики розвитку індивіда від народження до смерті, а також в окремі періоди його життя.

Тривалість життя індивіда від дня народження до якогось певного моменту, називають **календарним** (паспортним) **віком**. **Біологічний вік** — це стан, який відображає взаємозв'язок усіх вікових особливостей організму і характеризує ступінь його старіння. Різниця між біологічним і календарним віком незначна у молодому віці й може бути досить суттєва на етапі старіння (до 20 років). Однак трапляються випадки, коли навіть серед молодих людей їх біологічний вік значно більший за календарний. *Поміркуйте, чим це зумовлено.*

Відповідно до вікових особливостей, життя людини умовно поділяють *на вікові періоди* (табл. 10). Чітких меж між періодами немає.

Таблиця 10

Вікові періоди людини

Назва періоду	Вікові межі
Немовлячий	від народження до 1 року
Раннього дитинства	від 1 до 3 років
Дошкільний	від 3 до 6 років
Молодшого шкільного віку	від 6 до 10 років
Підлітковий	від 10 до 15 років
Юнацький	від 15 до 19 років
Молодості	від 19 до 25 років
Зрілості	від 25 до 60 років
Літнього віку	від 60 до 75 років
Старості	від 75 до 90 років
Довгожителів	90 років і більше

Розвиток дитини в немовлячий період. Вам відомо, що дитина народжується з життєво важливими безумовними рефлексами. Вони поступово ускладнюються і формують основні інстинкти людини, пов'язані з біологічними потребами цього вікового періоду. У перші місяці більшу частину доби немовля спить, але можна чітко простежити наявність і ускладнення інстинктів. *Пригадайте ці інстинкти.* Відбуваються зміни також в опорно-руховій системі. До трьох місяців дитина починає самостійно тримати голову, у 5 місяців — може самостійно сидіти, у 9 — рачкує, у 12 — уже ходить. Поступово заростають тім'ячка. У 4–6 місяців починають прорізуватися зуби і нормалізується травлення. У дитини розвивається здатність сприймати слова та реагувати на них. У рік вони розуміють до 12 слів. Тому важливим для психічного розвитку дитини цього періоду є спілкування з нею дорослих.

Особливості розвитку дитини в різні періоди дитинства. У *період раннього дитинства* в дітей відбуваються помітні зміни у будові опорно-рухової системи, що виявляється у формуванні ходьби і чітких рухів рук. Завершується прорізування зубів, що дає можливість харчуватися різноманітною їжею. Розвиток центральної нервової системи, зумовлений прискореним утворенням тимчасових зв'язків, сприяє становленню спілкування дитини. Воно спочатку базується на діях з певними предметами (іграшками), а пізніше є наслідуванням поведінки дорослих. Оволодіння діями з предметами сприяє розумовому розвитку дитини. Інтенсивно відбувається розвиток мови. Як ви вже знаєте, на третьому році життя вона знає понад 1 000 слів і оволодіває граматичною структурою мови, прагне до активної самостійної діяльності.

У *дошкільний період* у дітей помітно змінюються пропорції тіла. Хребет гнучкий, оскільки процеси окостеніння ще не завершилися. Інтенсивно розвиваються кисті рук, м'язи, що забезпечують ходіння і прямостояння. У 6 років з'являються перші постійні зуби. Дівчатка та хлопчики зовні ще мало відрізняються одні від одних. Діти надзвичайно рухливі, допитливі, у них виникає бажання вчитися, розвивається фантазія. Важливу роль відіграють у цей період рольові ігри й спілкування.

У *період молодшого шкільного віку* сповільнюється ріст. Зростає сила м'язів ніг, рук. Посилено формуються дрібні м'язи кисті рук, вигини хребта, який ще надзвичайно гнучкий. Молочні зуби замінюються на постійні. Молодший шкільний вік — період активного психічного розвитку дитини. Найважливішою подією цього періоду є зміна її соціальної позиції: дошкільник стає школярем, а провідною діяльністю дитини стає навчання. Діти набувають навичок грамоти, читання, вчаться логічно мислити.

Особливості підліткового періоду. *Підлітковий вік* — це є **період статевого дозрівання**, під час якого відбувається інтенсивний розвиток статевих залоз, перебудова структури і функцій організму. У дівчат статеве дозрівання розпочинається від 10 і триває до 15–16 років, а у хлопців — від 11–12 до 19 років.

СТАТЕВІ ОЗНАКИ — ознаки, за якими розрізняються чоловіча й жіноча статі.

Результатом статевого дозрівання є розвиток первинних і поява вторинних статевих ознак. *Первинні статеві ознаки* пов'язані з розвитком статевих органів відповідно до статі. *Вторинні статеві ознаки* — ознаки, які пов'язані з будовою та функціями органів, які не належать до репродуктивної системи. Наприклад, це характерна форма тіла, тембр голосу, характер поширення волосся на тілі, особливості розподілу жиру і формування м'язової маси тіла. Розвиток первинних і вторинних статевих ознак зумовлений впливом гормонів статевих залоз на органи й тканини організму.

Ознаки статевого дозрівання в дівчат. У цей період у дівчат ростуть яєчники, формуються вторинні статеві ознаки: обличчя округлюється, таз стає широким, а плечі вузькими, на стегнах і сідницях відкладається жирова тканина, починають збільшуватися молочні залози. З'являються *менструації*. Виростає волосся під пахвами та на лобку.

Ознаки статевого дозрівання в хлопців. У цей період у хлопців збільшуються статеві органи (яєчка, статевий член), формуються вторинні статеві ознаки. У них збільшується гортань, відбувається мутація голосу (тембр голосу стає низьким), з'являється волосся на лобку, під пахвами й на обличчі. Посилюється секреція шкірних залоз, особливо на обличчі й спині, яка іноді спричиняє утворення вугрів. Інтенсивно ростуть скелет і м'язи. Збільшуються і зміцнюються м'язи рук і ніг. Плечі стають широкими, а таз залишається вузьким. З'являються *полюції* — мимовільні виверження сперми під час сну.

Зі встановленням менструації в дівчат і полюцій у хлопців у цьому віці формується біологічна здатність організму до продовження роду.

У підлітковому віці закладається багато рис характеру, виробляється вміння контролювати власну поведінку. Однак цей вік характеризується психоемоційною та соціальною незрілістю. У підлітків загострюється потреба в дружбі, орієнтація на погляди колективу, компанії. З'являється інтерес до протилежної статі, прагнення сподобатися одне одному.

Вплив ендокринної системи на формування статевих ознак під час статевого дозрівання. Під час статевого дозрівання організм готується до розмноження. Виробляються гормони, які стимулюють фізичний ріст та розвиток статевих органів, зміни в поведінці. Зміни в організмі людини під час статевого дозрівання зумовлені впливом гіпоталамуса на передню частку гіпофіза (іл. 161).



Іл. 161. Вплив гіпофіза на статеві залози

Гіпофіз, зокрема, виділяє гормони, що діють на статеві залози. У дівчат вони стимулюють яєчники до розвитку яйцеклітин і вироблення жіночих гормонів (наприклад, прогестерону), які сприяють розвитку вторинних статевих ознак, овуляції, підготовці організму до вагітності. У хлопців гормони гіпофіза стимулюють яєчка до підвищеної секреції чоловічого статевого гормону (тестостерону) й утворення сперми.

Юнацький віковий період характеризується сповільненням росту та завершенням розвитку всіх функціональних систем організму. Дівчата та юнаки стають статево, психологічно та соціально зрілими. Вони намагаються краще пізнати себе, виявити свої можливості для майбутньої професійної діяльності. Провідного значення набуває навчально-професійна діяльність.

Молодість — період, у якому стабілізується функціонування організму. Розвиток м'язової системи сягає оптимального рівня, вдосконалюється робота серцево-судинної, нервової, ендокринної, статевої систем. Поряд з розширенням світогляду, опануванням професії молоді люди виявляють готовність до створення сім'ї, народження й виховання дітей.

У **зрілому віці** людина реалізує себе в особистісній, родинній та професійній сферах. Успішність людини цього віку залежить від її уміння дбати про своє здоров'я. Протягом цього періоду в чоловіків і жінок поступово відбуваються зміни, які визначають процес старіння. Зокрема жінка втрачає репродуктивну функцію. *Чому?*

У людей **літнього віку** відбуваються процеси, які характеризуються суттєвими структурними, функціональними і біохімічними змінами в організмі, які обмежують його пристосувальні можливості. У процесі старіння функціональна активність усіх систем органів знижується. Проте чимало *літніх* людей зберігають добру фізичну форму, в *старечому віці* — високу професійну працездатність, а *довгожителі* мають ясний розум. Проблеми старіння людини вивчає наука *геронтологія*.

Старіння — завершальний етап онтогенезу, який закінчується фізіологічною (природною) смертю. Вона характеризується повним припиненням усіх обмінних процесів в організмі. Під час біологічної смерті виникають незворотні зміни в тканинах та органах; організм втрачає свої системні функції.

Як і всі живі організми, людина має визначений природою термін життя. Науковці вважають, що організм людини розрахований на триваліший вік (120–150 років), а ніж вік, до якого більшість людей доживає нині. Чому?

Вікові періоди людини. Біологічний вік. Підлітковий період. Статеве дозрівання. Первинні статеві ознаки. Вторинні статеві ознаки

За певних порушень в організмі збільшується вироблення гормонів, які характерні для протилежної статі. Виникає ситуація, коли в людини наявні чоловічі статеві органи, а за зовнішнім виглядом і відчуттями вона асоціює себе із жінкою і навпаки. Таких людей називають *трансгендерами.* У другій половині ХХ ст. лікарі навчилися змінювати стать. Уперше таку операцію здійснили в 1953 р. в Копенгагені. *Висловте своє ставлення до проблеми зміни статі.*

1. Які періоди називають віковими? **2.** Які періоди постембріонального розвитку людини виділяють? **3.** Схарактеризуйте особливості розвитку дитини у немовлячий період. **4.** Які статеві ознаки називають первинними, а які вторинними? **5.** Схарактеризуйте особливості підліткового віку. **6.** Які ознаки статевого дозрівання характерні для дівчат? **7.** Назвіть ознаки статевого дозрівання у хлопців. **8.** Коли настає справжня статева зрілість і доки вона триває? Чим вона характеризується? **9.** Який вплив має ендокринна система на статеве дозрівання людини?

10. Порівняйте розвиток дитини в період раннього дитинства та в дошкільний період. **11.** Чим відрізняється підлітковий період від молодшого шкільного віку? **12.** Чому на вигляд люди різного віку часто видаються одновіковими, а однолітки — різновіковими?

13. Підлітки часто конфліктують з батьками та вчителями. Чим це зумовлено? Як уникнути конфліктів? **14.** Відомо чимало випадків раннього статевого життя і, трапляється часто так, що дітей народжують неповнолітні. Як ви вважаєте, чому згідно Сімейного кодексу України шлюбний вік для жінок і чоловіків становить 18 років?

§ 67. Репродуктивне здоров'я. Захворювання, що передаються статевим шляхом

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», які чинники здійснюють негативний вплив на розвиток репродуктивної системи підлітка.

Репродуктивне здоров'я — одна з важливих складових загального здоров'я людини. За означенням ВООЗ, *репродуктивне здоров'я* — це стан повного фізичного, розумового та соціального добробуту, що означає можливість задовільного та безпечного сексуального життя, здатність до зачаття і народження дітей та право на планування сім'ї.

Захворювання, що передаються статевим шляхом. Репродуктивне здоров'я людини значною мірою залежить від стану функціонування статевих органів. Захворювання статевих органів виникають з різних причин. Однією з них є недотримання правил особистої гігієни. У результаті цього мікроорганізми (стафілококи, стрептококи, гонококи тощо) потрапляють до статевих органів і викликають запальні процеси. У жінок можуть виникати запалення яєчників, маткових труб, піхви, ерозії шийки матки, у чоловіків — запалення передміхурової залози (простатит), яєчок. Хронічні запалення можуть призвести до безпліддя, негативно впливати на перебіг вагітності та пологів.

Іншою і головною причиною виникнення захворювань статевих органів є випадкові статеві зв'язкú, які часто призводять до виникнення хвороб, що передаються статевим шляхом (ХПСШ) і становлять небезпеку для репродуктивного здоров'я. Їх називають ще *венеричними** хворобами.

Інфекції, що передаються статевим шляхом (ІПСШ), — це інфекції (бактеріальні, вірусні, паразитичні), які поширюються від людини до людини, головним чином, у результаті сексуальних контактів. Існує понад 30 різних бактерій, вірусів і паразитів, які передаються статевим шляхом. Поширеними вірусними інфекціями є СНІД, генітальний герпес; бактеріальними інфекціями — сифіліс, гонорея, хламідіоз; інфекціями, спричиненими одноклітинними тваринами — трихомоноз тощо. Деякі інфекції, зокрема ВІЛ і сифіліс, можуть передаватися від матері дитині під час вагітності й пологів, а також через кров й пересаджені тканини.

Джерелом *ВІЛ-інфекції* є ВІЛ-інфікована людина як із клінічними проявами, так і без клінічних ознак інфекції. В організмі такої людини виявляється в усіх без винятку біологічних рідинах (кров, сеча, піт, сперма, слина, слізна рідина, грудне молоко тощо).

Установлено *чотири* основні шляхи інфікування ВІЛ, а саме: *статевий* — під час статевих контактів; *ін'єкційний* — через кров та інші біологічні рідини (після переливання інфікованої крові або її компонентів); *нестатеве зараження* (через пошкоджені шкіру й слизові оболонки людей, що контактують із кров'ю або іншими секретами інфікованих людей); *внутрішньоутробне*

* Венеричний — від лат. *Venus (Veneris)* [венус, венеріс] — Венера; у давньоримській міфології богиня весни, кохання та жіночої вроди (у греків — Афродіта).

зараження (від матері до дитини або під час вигодовування грудьми чи грудним молоком ВІЛ-інфікованої матері). Статевий контакт є одним з основних джерел зараження СНІДом. Наукою не підтверджено можливість зараження ВІЛ-інфекцією через побутові речі, рукостискання, повітря.

Поширеною вірусною інфекцією, що передається статевим шляхом, є ***генітальний герпес***. Спричиняє це захворювання вірус простого герпесу. На статевих органах з'являються пухирці, які перетворюються на глибокі болючі виразки. Одночасно можуть виникати головні болі, гарячка, біль у паху, сідницях, ногах.

Збудником ***сифілісу*** є бактерія — бліда спірохета, яка може потрапити в організм як статевим, так і побутовим шляхом через незначні подряпини шкіри, за спільного використання різних предметів особистої гігієни, одягу тощо, під час поцілунків. Першим симптомом захворювання є щільна виразка із блискучою м'ясисто-червоною поверхнею, яка утворюється на статевих органах, у ротовій порожнині чи анальному отворі. Вона безболісна і згодом (через 3–4 тижні) зникає. На шкірі з'являється висипка, збільшуються лімфатичні вузли, спостерігається частий головний біль і біль у кістках, підвищується температура тіла, знижується працездатність. Усі ці зміни виникають унаслідок розмноження блідої спірохети, поширення її по всьому організму та отруєння його продуктами життєдіяльності цього мікроорганізму. На пізніх стадіях захворювання уражуються головний мозок, серце та кістки, відбувається руйнування всього організму, що призводить до тяжких страждань і смерті.

Бактерія гонокок спричиняє ***гонорею***, або трипер. Проявами цієї хвороби є запалення слизових оболонок статевих органів, гнійні виділення зі статевого члена у чоловіків, з піхви у жінок, біль під час сечовипускання. У чоловіків переважно уражається сечівник, а у жінок — ще й шийка матки, маткові труби, яєчники, що призводить до руйнування статевих залоз та безпліддя.

Хламідіоз — поширена ІПСШ, спричинена хламідіями. Запальний процес розвивається після потрапляння хламідій на чутливий до них циліндричний епітелій, яким вистелена частина статевих органів та органів травлення. У хворих на хламідіоз та їхніх статевих партнерів часто спостерігають супутні запальні процеси іншої локалізації, що виникають за потрапляння збудника зі сечостатевих органів на слизові оболонки інших органів: очей, органів слуху, дихальних шляхів, прямої кишки, суглобів, серця і судин.

Трихомоноз спричиняється одним з видів одноклітинних тваринних джгутикових — трихомонадою, що паразитує в сечостатевих шляхах жінок і чоловіків. Симптомами цієї хвороби є запалення слизових оболонок статевих органів, гнійні виділення та біль. Під час статевих стосунків партнери можуть передати трихомонади одне одному. Зараження може відбуватися також через предмети особистої гігієни тощо. Наслідками захворювання є зміни у статевих залозах, які спричиняють безпліддя.

Деякі інфекції, передані статевим шляхом, часто протікають без симптомів. Так, наприклад, близько 70 % жінок і значна частина чоловіків з гонококовою та (або) хламідійною інфекцією можуть взагалі не відчувати жодних симптомів. Людина може бути носієм захворювання, навіть не підозрюючи про це та інфікуючи інших. Особливо цьому сприяють нерозбірливість та легковажність у статевих стосунках. Інфекції статевих органів можуть призводити до розвитку серйозних ускладнень. Тому важливим засобом профілактики ІПСШ є рання діагностика та своєчасне лікування захворювання.

Венеричні хвороби особливо поширені серед молоді й зумовлені як соціальними (безробіття, алкоголізм, наркоманія, гомосексуалізм, проституція тощо), так і біологічними (зниження опірності організму в несприятливих екологічних умовах) чинниками.

Профілактика ІПСШ. Найефективнішим засобом профілактики інфікування або передачі інфекцій статевим шляхом є утримання від випадкових статевих стосунків або ведення статевого життя лише з одним неінфікованим партнером у рамках тривалих взаємин. Високоефективними щодо зниження передачі ВІЛ та інших ІПСШ, включно з гонореєю, хламідіозом і трихомонозом, є презервативи за їх постійного й правильного використання

Боротьба з ІПСШ залишається пріоритетом ВООЗ з 2006 р. Всесвітньою організацією охорони здоров'я схвалено глобальну стратегію профілактики ІПСШ і боротьби з ними, яка передбачає здійснення усіма країнами світу таких заходів:

- пропаганда безпечної сексуальної поведінки;
- забезпечення загального доступу до якісних презервативів за доступними цінами;
- сприяння зверненню людей, які страждають на ІПСШ на ранніх стадіях захворювання, та їхніх партнерів до служб охорони здоров'я;
- включення лікування ІПСШ до основних медико-санітарних послуг;
- використання правильно обраних та ефективних лікарських засобів;
- профілактика та лікування вроджених ІПСШ (сифіліс, СНІД);
- забезпечення консультування і добровільного тестування на ВІЛ-інфекцію;
- залучення всіх відповідних сторін, включаючи окремих фізичних осіб і громади, до профілактики й лікування ІПСШ.

Протизаплідні засоби. Статевий акт — єдиний фізіологічний процес, у якому беруть участь два організми. Це злиття воєдино чоловічого й жіночого організму. На відміну від тварин, статевий акт людини передбачає не лише фізичну, а й духовну близькість.

Зачаття дитини не є метою більшості статевих актів людини. Питання планування сім'ї, народження дітей часто залежать від різних чинників (побутові й матеріальні умови, прагнення зробити кар'єру, стан здоров'я тощо). Щоб не завагітніти, використовують різноманітні засоби контрацепції. Найпоширеніші серед них — механічні та хімічні.

Механічні протизаплідні засоби, зокрема презервативи, перешкоджають проникненню сперматозоїдів у порожнину матки. Вони є найпростішими, найдоступнішими і найефективнішими в запобіганні небажаній вагітності й передачі ІПСШ. До *внутрішньоматкових протизаплідних засобів* належать спіралі, які вставляють у порожнину матки. Вони не впливають на гормональні процеси і не перешкоджають заплідненню, але заважають проникненню зиготи в слизову оболонку матки.

КОНТРАЦЕПЦІЯ (від лат. contraceptio [контрацептіо] — протизапліднення) — методи й засоби запобігання вагітності.

Хімічні протизаплідні засоби можуть бути місцевої та загальної дії. Засоби місцевої дії — це таблетки, сперміцидні свічки, пасти, які вводять у піхву. Створюючи в статевих шляхах жінки слабкокисле середовище, вони спричиняють знерухомлення або загибель сперматозоїдів. Засоби загальної дії — гормональні препарати. Вони є синтетичними гормонами, які аналогічні тим, що беруть участь у регулюванні менструального циклу. Гормональні препарати у вигляді таблеток, ін'єкцій, пластирів, гормональних кілець пригнічують овуляцію, без якої не настає вагітність, викликають внутрішньоматкові зміни, які не дозволяють заплідненій яйцеклітині прикріпитись до стінки матки.

Проте слід мати на увазі, що жодний із протизаплідних засобів нездатний забезпечити повну гарантію запобігання вагітності, а тривале застосування гормональних контрацептивних препаратів може спричинити незворотні шкідливі зміни репродуктивної та інших функцій жіночого організму.

Хто піклується про своє репродуктивне здоров'я, репродуктивне здоров'я партнера, народження здорових дітей, хоче, щоб інтимним статевим стосункам нічого не заважало, неодмінно звернеться за консультацією до лікарів.

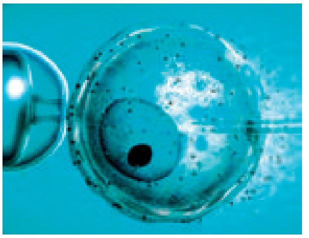
Аборти. Фактором ризику для репродуктивного здоров'я жінки є аборт — штучне переривання вагітності. Унаслідок аборту можуть відбуватись механічні пошкодження цілісності матки, її слизової оболонки, порушення менструального циклу, безпліддя. Аборт збільшує ризик розвитку раку молочних залоз та матки, має психоемоційні наслідки для жінки.

Репродуктивне здоров'я. Хвороби, що передаються статевим шляхом та їх профілактика. Протизаплідні засоби. Аборт

Кожна п'ята-шоста сім'я (за статистичними даними) не може мати дітей. Це пов'язано з безпліддям — нездатністю статево зрілого організму відтворити нащадків. Безпліддя спричиняється порушеннями в статевій системі жінки або чоловіка (непрохідністю маткових труб, змінами в матці, нездатністю яєчників продукувати яйцеклітини, зменшенням кількості сперматозоїдів, їхньої рухливості, непрохідністю сім'явиносних шляхів, порушенням сім'явиверження). Причинами безпліддя можуть бути ІПСШ, запальні процеси в статевих органах, аборти, уживання алкоголю, наркотиків та інших хімічних речовин, радіоактивне випромінювання.

Щоб допомогти безплідним парам, за не результативності інших методів лікування, застосовують штучне запліднення. Використовують різні способи штучного заплід-

нення. Зокрема, воно може здійснюватися за допомогою донорської сперми або яйцеклітини. Наприклад, отримують сперму від чоловіка-донора і вносять її в піхву або матку жінки під час овуляції. Штучне запліднення можливе також з донорською яйцеклітиною. Її імплантують у матку і після цього вносять сперму чоловіка. Штучне запліднення можуть здійснювати і поза організмом жінки — у пробірці. У жінки забирають яйцеклітини і поміщають їх у пробірку. Туди ж вносять зібрану в чоловіка сперму. Запліднені яйцеклітини витримують у певних умовах, а потім зародки (ембріони) вміщують у матку. Луїза Браун — перша дитина «з пробірки», що народилася у 1978 р. В Україні перша дитина «з пробірки» народилася в 1991 р.



Висловте своє ставлення до проблеми штучного запліднення.

1. Що таке репродуктивне здоров’я? **2.** Які причини виникнення запальних захворювань статевих органів? **3.** Назвіть хвороби, які передаються статевим шляхом. **4.** Як запобігти хворобам, що передаються статевим шляхом? **5.** Які існують протизаплідні засоби і як вони діють? **6.** Які ризики для репродуктивного здоров’я жінки несе аборт?

7. Венеричні захворювання називали чумою XX ст. Яке захворювання, на вашу думку, є чумою XXI ст.? **8.** Як ви вважаєте, чи аборт — це злочином (у моральному, юридичному та інших аспектах)? Відповідь аргументуйте.

9. На основі додаткових джерел інформації підготуйте повідомлення про: а) вплив штучного переривання вагітності на репродуктивне здоров’я жінки; б) сучасні протизаплідні методи.

Узагальнення

Розмноження забезпечує людині потомство і є необхідною умовою існування виду. Його забезпечує репродуктивна, або статева, система. Чоловіча й жіноча репродуктивні системи утворені статевими органами, до яких належать: статеві залози, де формуються гамети; статеві шляхи, по яких гамети рухаються, і зовнішні статеві органи, що забезпечують статевий акт. Будова і функції статевих органів зумовлена їхніми функціями. Утворення статевих клітин має свої особливості у жінок і чоловіків та супроводжується значними змінами фізіологічного стану організму.

У результаті запліднення утворюється зигота і починається вагітність, що закінчується народженням дитини. Індивідуальний розвиток людини передбачає кількісні та якісні перетворення організму. Ембріональний розвиток триває від утворення зиготи до народження дитини, постембріональний розвиток — від народження людини і завершується її смертю. Для кожного періоду характерна низка послідовних анатомічних, фізіологічних та біохімічних змін.

Життя людини відповідно до вікових особливостей умовно поділяють на вікові періоди. Календарний і біологічний вік людини не завжди збігається. Репродуктивне здоров’я людини значною мірою залежить від стану функціонування статевих органів. Найефективнішим засобом профілактики інфікування або передачі інфекцій статевим шляхом є утримання від випадкових статевих стосунків або ведення статевого життя лише з неінфікованим партнером, з яким пов’язує взаємна духовна близькість.

УЗАГАЛЬНЕННЯ

§ 68. Цілісність організму людини. Взаємодія регуляторних систем організму

Що характеризує організм як біологічну систему? Які регуляторні системи організму вам відомі? Які механізми їх дії?

Функції, що підтримують цілісність організму. Організм людини — це одна з найскладніших біологічних систем, що існує на основі взаємодії із зовнішнім середовищем, обмінюючись із ним речовиною, енергією та інформацією. Ця система складається із систем різних рівнів структурної організації: клітин, тканин, органів, систем органів. Кожен з рівнів має свою структуру і виконує певну функцію. Усі компоненти взаємозв'язані та взаємодіють між собою, утворюючи цілісний організм.

Організм людини є відкритою системою. У процесі живлення людина отримує з навколишнього середовища органічні й неорганічні речовини та використовує їх для своєї життєдіяльності. Неперетравлені рештки та кінцеві продукти обміну речовин виділяються в навколишнє середовище. Обмін речовин і енергії з навколишнім середовищем є необхідною умовою існування організму людини.

Світ, у якому живе людина, постійно впливає на її організм. Пристосування організму до умов довкілля є можливим завдяки постійному надходженню в мозок людини інформації про зміни зовнішнього та внутрішнього середовищ. Ця інформація сприймається, передається до кори головного мозку, аналізується сенсорними системами.

Обмін речовин, енергії та інформації проявляється в процесах живлення, дихання, виділення та реакціях-відповідях на вплив чинників зовнішнього середовища. *Схарактеризуйте взаємозв'язок цих процесів.* Крім обміну речовин, енергії та інформації, людині притаманні загальні властивості живих систем. *Назвіть ці властивості. Чому їх називають загальними?*

Узгодженість діяльності регуляторних систем у підтриманні гомеостазу. Як відомо, важливою властивістю організму є саморегуляція — здатність підтримувати відносну сталість хімічного складу та перебігу фізіологічних процесів — *гомеостаз*. Саморегуляція забезпечується діяльністю нервової, ендокринної та імунної регуляторних систем, які діють взаємопов'язано та взаємоузгоджено (іл. 162).



Іл. 162. Способи підтримання гомеостазу

Так, на функціонування нервової системи впливають гормони, продукти обміну та різні хімічні речовини, що над-

ходять з током крові. З іншого боку, утворення більшості речовин і виділення їх у кров постійно контролює нервова система.

Гуморальні механізми регуляції функцій організму людини забезпечуються хімічними взаємодіями між клітинами, зокрема впливом гормонів або продуктів обміну речовин через рідини внутрішнього середовища. *Пригадайте особливості гуморальної регуляції.*

Імунна система людини здійснює підтримання антигенного гомеостазу, тобто забезпечує організмові здатність відповідати на дію генетично чужорідних антигенів клітинними та гуморальними реакціями. *Пригадайте сутність цих імунних реакцій.*

Нервові механізми в організмі людини забезпечуються складною взаємодією різноманітних рефлексів, основою яких є виникнення і поширення нервового імпульсу. Нервову регуляцію функцій вважають вищим етапом розвитку пристосування організму до мінливих умов середовища. *Пригадайте особливості нервової регуляції функцій*.

Взаємодія регуляторних систем. З попередніх тем ви знаєте, що регуляція діяльності усіх органів і систем організму забезпечується нейрогуморальними впливами (див. *табл. 11*).

Таблиця 11

Нейрогуморальна регуляція функцій організму

	Гуморальна регуляція	Нервова регуляція
Травлення	Гастрин активізує рухову активність шлунку і кишечнику. Секретин, адреналін, норадреналін гальмують рухову активність шлунку й кишечнику, підвищують секрецію травних соків	Харчовий центр — у довгастому мозку. Центр голоду і насичення — у гіпоталамусі. Симпатична нервова система (НС) зменшує виділення травних соків шлунку та кишечнику, гальмує їх рухову активність. Парасимпатична НС збільшує виділення травних соків, стимулює рухову активність шлунку та кишечнику
Дихання	Зростання концентрації вуглекислого газу в крові активує нервові закінчення судин і нейрони дихального центру, зумовлюючи прискорення дихання	Дихальний центр у довгастому мозку координує роботу дихальних м’язів. Симпатична НС розширює бронхи, легені, збільшує частоту дихальних рухів. Парасимпатична НС звужує бронхи, легені, зменшує частоту дихальних рухів
Кровообіг	Адреналін, норадреналін, тироксин, йони Ca^{2+} посилюють скорочення і тонус серцевого м’яза, звужують судини внутрішніх органів, розширюють судини серця і мозку. Ацетилхолін, йони K^{+} зменшують частоту й силу серцевих скорочень, розширюють судини скелетних м’язів і серця	Судинорухований центр — у довгастому мозку. Симпатична НС підвищує частоту й силу серцевих скорочень, звужує стінки більшості артерій, розширює судини серця і мозку. Парасимпатична НС сповільнює роботу серця, розширює судини слинних і підшлункової залоз, язика, статевих органів

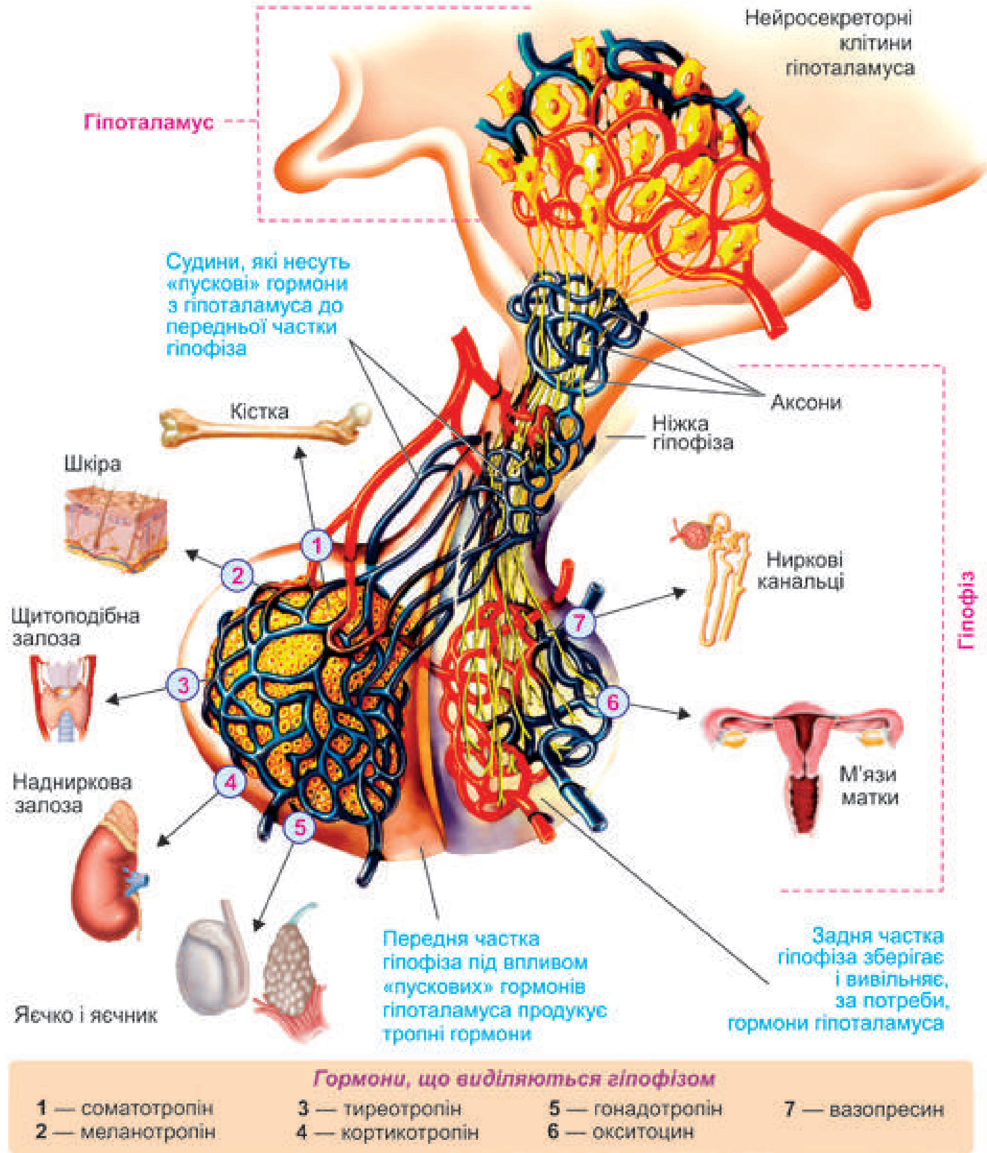
Виділення	Антидіуретичний гормон (вазопресин) підвищує всмоктування води в нирках, зберігаючи воду в організмі. Кортикостероїди регулюють виведення нирками йонів K^+ і Na^+	Центр спраги в гіпоталамусі контролює вміст солей у внутрішньому середовищі. Симпатична НС гальмує фільтрацію первинної сечі в клубочках. Парасимпатична НС збільшує всмоктування глюкози
Терморегуляція	Тропні гормони гіпофіза стимулюють процеси енергетичного обміну й теплоутворення. Меланотропін зумовлює потемніння шкіри під дією світла, мелатонін (гормон епіфіза) — її посвітління	Центр терморегуляції — у гіпоталамусі. Рухові нейрони спинного мозку зумовлюють тремтіння м’язів і збільшують теплоутворення. Симпатична НС посилює потовиділення, спричинює виникнення «гусячої шкіри»
Опора та рух	Соматотропін стимулює синтез білків, зумовлює ріст хрящів та кісток. Кальцитонін (гормон щитоподібної залози) сприяє засвоєнню Кальцію кістками. Паратгормон знижує рівень Кальцію в кістках	Соматична НС керує рефлекторними рухами. Мозочок координує рухи і регулює рівновагу. Рухова зона кори великого мозку зумовлює довільні рухи. Симпатична НС підвищує працездатність м’язів, впливаючи на обмін речовин та енергії в них
Розмноження	Статеві гормони стимулюють статеве дозрівання, розвиток вторинних статевих ознак, утворення гамет; забезпечують формування статевої поведінки, запліднення, розвиток зародка, протікання вагітності. Окситоцин стимулює пологи. Мелатонін гальмує статеве дозрівання	НС регулює діяльність статевих залоз та статевих органів. У гіпоталамусі розташований центр задоволення. Кора великих півкуль контролює центри статевих функцій, що містяться у спинному мозку. Підкіркові структури головного мозку керують статевою поведінкою

Як вам відомо, головними центрами координації функцій нервової та ендокринної систем є гіпоталамус (частина проміжного мозку) і гіпофіз (залоза внутрішньої секреції). *Пригадайте, як пов’язані між собою гіпофіз та гіпоталамус.*

Аксони нервових клітин гіпоталамуса закінчуються в задній частці гіпофіза, спрямовуючи до неї свої нейрогормони. Таким чином, гіпофіз виділяє у кров гормони, утворені гіпоталамусом. Інші ж клітини гіпоталамуса під впливом імпульсів, що надходять до нього з інших відділів нервової системи, виділяють гормони безпосередньо у кров. Судинами гормони гіпоталамуса постачаються до передньої частки гіпофіза. Вона у відповідь виробляє власні гормони. *Пригадайте, яке значення мають гормони гіпофіза для регуляції функцій організму.*

Морфологічна та функціональна взаємодія структур головного мозку утворили так звану *нейроендокринну систему* (іл. 163). Вона контролює виділення у кров гормонів більшістю залоз внутрішньої секреції. Гіпофіз виконує свої функції під контролем гіпоталамуса. Активність же клітин гіпоталамуса стимулюють гормони гіпофіза, інших залоз внутрішньої секреції та імпульси від різних відділів нервової системи.

Взаємодію регуляторних систем покажемо на процесах, що відбуваються в організмі під час стресу. На стан кровоносних судин, як відомо, впливає гор-

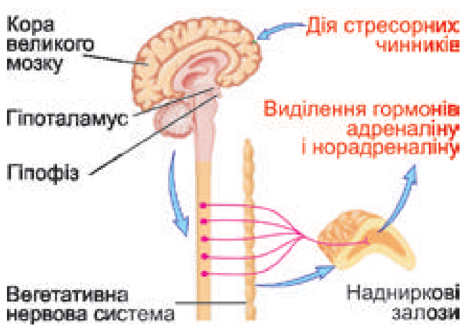


Іл. 163. Нейроендокринна система людини

мон надниркових залоз — адреналін. Його виділення часто стимулює дія на нервову систему несподіваних подразників — стресорних чинників (іл. 164).

Послідовність процесів при цьому така: спочатку збуджується симпатичний відділ вегетативної нервової системи, який мобілізує ресурси організму

для подолання дії стресорного фактора. Наприклад, здійснюється утворення і надходження антитіл до враженої ділянки, виділення гормонів надниркових залоз тощо. На цьому етапі інтегруючу роль відіграє кровоносна система. Далі, залежно від сили й тривалості дії подразника, або відбувається стабілізація нормального стану, або настають патологічні зміни будови й функцій органів і розвивається хвороба.



Іл. 164. Механізм стресорної реакції

Стресорна реакція охоплює нервовими імпульсами кору головного мозку, поширюється на гіпоталамус, з нього — на гіпофіз і надниркові залози. Гормони цих залоз впливають на більшість органів. За сильних і тривалих подразнень знижується активність імунної системи, порушується антигенний гомеостаз. Це вказує на інтегруючу функцію нервової, ендокринної та імунної систем у забезпеченні цілісності організму людини.

Упродовж вивчення біології людини ми звертали увагу на шляхи запобігання тих чи інших захворювань. Усі вони загалом здійснюють профілактику стресу, оскільки оберігають організм від шкідливих впливів довкілля і сприяють зміцненню його. Щоб берегти здоров’я, змолоду важливо навчитися свідомого підходу до задоволення своїх потреб, безпечної поведінки, самовиховання.

NB **Цілісність організму. Взаємодія регуляторних системи організму**

1. Як забезпечується цілісність організму людини? **2**. Схарактеризуйте механізми гуморальної та нервової регуляції функцій організму. **3.** У чому переваги гуморальної або нервової регуляторних систем? Яка доцільність їх існування? **4.** Як взаємодіють регуляторні системи?

5. Яка роль взаємодії регуляторних систем у процесі адаптації організму до змін умов навколишнього середовища? **6.** Зважаючи на особливості нервової й гуморальної регуляції, обґрунтуйте значення кожної з них для певної системи органів. **7.** Обґрунтуйте інтегруючу функцію кровоносної, нервової та ендокринної систем.

8. На основі вивчених раніше тем та відомостей *таблиці 11* дайте детальну характеристику нейрогуморальної регуляції однієї з систем органів організму людини (*на вибір*).

ДОДАТОК 1

Уміст органічних речовин та енергетична цінність продуктів харчування

Продукти	Уміст у 100 г продукту		Продукти	Уміст у 100 г продукту	
	білки/жири/ вуглеводи, г	кДж		білки/жири/ вуглеводи, г	кДж
Хлібобулочні вироби та крупи					
Хліб пшеничний	7,6 / 0,9 / 46,7	969	Рис	7,0 / 1,0 / 71,4	1387
Хліб житній	6,6 / 1,2 / 34,2	748	Гречані крупи	12,6 / 3,3 / 62,1	1413
Манна крупа	10,8 / 1,2 / 64,5	1342	Макарони	10,7 / 1,3 / 68,4	1411
Молоко та молочні продукти					
Молоко (2,5 %)	2,8 / 2,5 / 4,7	227	Сир напівжир.	16,7 / 9,0 / 2,0	672
Кефір (3,2 %)	2,8 / 3,2 / 4,1	243	Сир твердий	25,1 / 45,0 / 2,5	2225
Сметана (20 %)	2,8 / 20,0 / 3,2	881	Морозиво	4,0 / 10,0 / 17,0	750
Йогурт (2,5 %)	3,7 / 2,5 / 4,9	239	Масло вершк.	0,5 / 72,8 / 5,0	2927
Овочі та фрукти					
Картопля	2,0 / 0,4 / 16,3	330	Помідори свіжі	1,1 / 0,2 / 3,8	92
Буряк	1,5 / 0,1 / 9,1	186	Морква	1,3 / 0,1 / 7,2	150
Квасоля	23,2 / 2,1 / 53,8	1406	Апельсини	0,9 / 0,0 / 9,1	172
Капуста свіжа	1,8 / 0,1 / 4,7	116	Виноград	0,7 / 0,0 / 16,2	291
Цибуля	1,4 / 0,0 / 9,1	181	Яблука	2,2 / 0,0 / 48,0	863
Огірки свіжі	0,7 / 0,1 / 1,9	49	Сливи	2,3 / 0,0 / 58,4	1044
М’ясні продукти					
Свинина пісна	14,3 / 33,3 / 0,0	1541	Курятина	20,3 / 13,1 / 0,0	859
Яловичина	18,6 / 16,0 / 0,0	942	Сосиски	12,4 / 19,4 / 0,0	968
Риба та рибні продукти					
Минтай	15,9 / 0,9 / 1,0	326	Ікра червона	31,6 / 13,8 / 7,7	1213
Судак	18,4 / 1,1 / 0,8	373	Оселедець	17,5 / 11,4 / 6,2	851
Інші продукти харчування					
Яйця	12,7 / 11,5 / 0,7	678	Олія	0,0 / 99,9 / 0,0	3886
Шоколад	6,3 / 37,2 / 53,2	2470	Цукор	0,0 / 0,0 / 99,9	1718
Какао	23,6 / 20,2 / 40,2	1886	Чай	20,0 / 5,1 / 4,0	611

ДОДАТОК 2

Добова потреба людей у білках, жирах, вуглеводах та енергії

(згідно з нормами фізіологічних потреб населення України в харчових речовинах та енергії (МОЗ, 2011)

Вік / група фіз. активності (ФА) / коефіцієнт (КФА)	**Стать**	**Енергія,** кДж	**Білки,** г	**Жири,** г	**Вуглеводи,** г
11–13 р.	ч./ ж.	10056 / 9637	84 / 78	84 / 76	327 / 326
14–17 р.	ч. / ж.	11313 / 10056	93 / 83	92 / 81	375 / 334
18–29 р. / I група — особи, які займаються розумовою працею / КФА = 1,4	ч. / ж.	10266 / 8380	80 / 61	81 / 62	350 / 300
18–29 р. / II група — особи, які займаються легкою фізичною працею / КФА = 1,6	ч. / ж.	11732 / 9218	91 / 66	93 / 70	400 / 326
18–29 р. / III група — особи, які займаються працею середньої важкості / КФА = 1,9	ч. / ж.	13827 / 10894	106 / 76	107 / 80	478 / 394
18–29 р. / IV група — особи, які займаються важкою фізичною працею / КФА = 2,2	ч. / ж.	16341 / 12780	108 / 87	128 / 90	566 / 473
18–29 р. / V група — особи, які займаються особливо важкою фізичною працею / КФА=2,5	ч. / ж.	17179 / —	117 / —	154 / —	586 / —

ДОДАТОК 3

Норма добової потреби у мінеральних речовинах та вітамінах

(згідно з нормами фізіологічних потреб населення України в харчових речовинах та енергії (МОЗ, 2011)

Вік, р.	**Стать**	**Мінеральні речовини**								
		Кальцій, мг	**Фофор,** *мг*	**Магній,** мг	**Залізо,** мг	**Цинк,** мг	**Йод,** мкг	**Селен,** мкг	**Фтор,** мкг	**Мідь,** мг
11–13	ч.	1200	1200	280	12	15	150	40	2,5	2,0
	ж.	1200	1200	270	15	12	150	45	2,5	1,5
14–17	ч.	1200	1200	400	12	15	150	50	2,5	2,5
	ж.	1200	1200	300	18	13	150	50	2,5	2,0
Вітаміни										
Вік, р.	**Стать**	А, мкг	D, мкг	Е, мг	К, мкг	С, мг	B_1, мг	B_2, мг	B_6, мг	B_{12}, мг
11–13	ч.	600	2,5	13	45	75	1,3	1,5	1,5	2,0
	ж.	600	2,5	10	45	70	1,1	1,3	1,3	2,0
14–17	ч.	600	2,5	15	65	80	1,5	1,8	1,8	2,0
	ж.	600	2,5	13	55	75	1,2	1,5	1,5	2,0

ДОДАТОК 4

АНКЕТА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТЕМПЕРАМЕНТУ

Поставте знак «+», якщо риса вам притаманна, і знак «–» — якщо не притаманна.

Риса (властивість)	«+», «–»	Риса (властивість)	«+», «–»
1. Непосидючий, метушливий		2. Нестриманий	
3. Нетерплячий		4. Схильний до ризику	
5. Рішучий, ініціативний		6. Упертий	
7. Кмітливий у суперечці		8. Працюю не систематично	
9. Різкий і прямолінійний у стосунках		10. Не злопам'ятний і довго не ображаюся	
11. Розмовляю швидко, пристрасно		12. Неврівноважений	
13. Агресивний забіяка		14. Нетерпимий до недоліків інших	
15. Маю виразну міміку		16. Здатний швидко діяти й вирішувати	
17. Невтомно прагну до нового		18. Різко й поривчасто рухаюся	
19. Наполегливий у досягненні мети		20. Схильний до різкої зміни настрою	
21. Веселий, життєрадісний		22. Енергійний, діловий	
23. Часто не доводжу справу до кінця		24. Схильний переоцінювати себе	
25. Швидко засвоюю нове		26. Не постійний в уподобаннях	
27. Швидко занурююсь у нову роботу		28. Легко пристосовуюся до обставин	
29. Із захопленням беруся за нову справу		30. Швидко втрачаю інтерес до нецікавої справи	
31. Легко переживаю невдачі		32. Дратуюся від одноманітних справ	
33. Маю багато друзів		34. Витривалий, працездатний	
35. Розмовляю голосно й швидко		36. Умію контролювати себе у складних ситуаціях	
37. Завжди маю хороший настрій		38. Швидко засинаю і прокидаюся	
39. Незібраний, поспішний у рішеннях		40. Схильний до поверховості	
41. Спокійний, холоднокровний		42. Послідовний, ретельний у справах	
43. Обережний, розсудливий		44. Умію чекати	
45. Неговіркий		46. Терплячий	
47. Розмовляю спокійно, розмірено		48. Завжди завершую справу	
49. Чітко дотримуюся розпорядку дня		50. Легко стримую поривання	
51. Байдужий до похвали чи осуду		52. Незлостивий	
53. Постійний в уподобаннях та інтересах		54. Не витрачаю сил даремно	
55. Повільно налаштовуюся на роботу		56. Підтримую з усіма виважені стосунки	
57. Важко пристосовуюся до нових обставин		58. Люблю акуратність і порядок в усьому	
59. Маю обмежене коло друзів		60. Стриманий	
61. Вразливий до осуду		62. Сором'язливий	
63. Розгублююсь у новій обстановці		64. Важко встановлюю нові контакти	
65. Невпевнений у своїх силах		66. Люблю самотність	
67. Вразливий до невдач		68. Дуже вимогливий до себе й оточення	
69. Швидко втомлююся		70. Розмовляю тихо	
71. Схильний «замикатися» в собі		72. Плаксивий	
73. Зворушуюся найменшою похвалою		74. Мимоволі піддаюся впливу інших	
75. Покірний і слухняний		76. Занадто чутливий до всього	
77. Надто образливий		78. Малоактивний і несміливий	
79. Схильний до підозрілості		80. Прагну співчуття і допомоги	

КОРОТКИЙ СЛОВНИК БІОЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ

Акомода́ція — здатність ока пристосовуватися до чіткого бачення предметів, що перебувають на різній відстані.

Акти́вно набу́тий імуніте́т — імунна відповідь організму на введення антигену внаслідок його прямого контакту з організмом.

Алергі́я — надчутливість імунної системи організму, яка виявляється за повторної дії алергену на організм.

Анатокси́н — медичний препарат, який виготовляють зі знешкодженого бактеріального токсину, що зберігає свої антигенні властивості.

Антитіла́ — особливі білки, які виробляються лімфоцитами крові у відповідь на вторгнення в організм антигенів.

Артеріа́льна гіперте́нзія, або **гіпертоні́я** — стан підвищеного кров'яного тиску

Артеріа́льний пу́льс — періодичні пульсуючі коливання стінок артерій, зумовлені скороченнями серця.

Аутоіму́нні реа́кції — втрата імунологічної толерантності до антигенів власних тканин.

Безумо́вні рефле́кси — вроджені, відносно постійні реакції організму на дію зовнішнього або внутрішнього середовища.

Біологі́чна систе́ма — структурне й функціональне об'єднання всіх компонентів об'єкта живої природи, між якими існують взаємозв'язки та взаємодія.

Біологі́чний вік — стан, який відображає взаємозв'язок усіх вікових особливостей організму і характеризує ступінь його старіння.

Біологічні ри́тми (біори́тми) — циклічні зміни біологічних процесів у живій системі.

Вагі́тність — сукупність фізіологічних процесів, пов'язаних з утворенням зародка та розвитком плода в організмі жінки.

Вакци́на — препарат, що виготовляється з ослаблених чи мертвих мікроорганізмів або з їхніх антигенів, отриманих хімічним шляхом.

Вегетати́вна нерво́ва систе́ма — частина нервової системи, що регулює діяльність внутрішніх органів та впливає на обмін речовин і ріст.

Вели́ке ко́ло кровоо́бігу — шлях крові від лівого шлуночка до правого передсердя, за якого здійснюється постачання збагаченої киснем крові до всього тіла.

Вестибуля́рний апара́т — орган чуття, що сприймає зміни положення голови й тулуба, напрямок руху тіла й призначений для координації (узгодження) рухів та збереження рівноваги тіла.

Ви́ділення — фізіологічний процес, що забезпечує звільнення організму від шкідливих і непотрібних продуктів обміну речовин.

Ви́ща нерво́ва дія́льність (ВНД) — діяльність вищих відділів центральної нервової системи, яка забезпечує різноманітні форми пристосування до умов навколишнього середовища.

Вну́трішнє ди́хання — обмін газів між кров'ю і тканинами, використання кисню клітинами й видалення вуглекислого газу.

Всмо́ктування — процес надходження різних речовин через шар клітин ворсинок кишечнику в кров і лімфу.

Вто́ма м'я́за — зниження працездатності м'яза, причинами якого є недостатнє постачання м'язів киснем; зменшення запасів органічних речовин, які є джерелом енергії скорочення; накопичення продуктів обміну (молочної кислоти тощо).

Гальмува́ння — послаблення чи припинення рефлекторної відповіді на подразнення внаслідок зменшення сили та швидкості проведення нервових імпульсів.

Гіперреакти́вність — порушення роботи імунної системи організму, що проявляється в її надмірній активності.

Гіперфу́нкція за́лоз вну́трішньої секре́ції — посилення діяльності залоз, що призводить до збільшення виділення ними гормонів.

Гіпофу́нкція за́лоз вну́трішньої секре́ції — недостатня діяльність залоз, що призводить до зменшення виділення ними гормонів.

Гомеоста́з — динамічна відносна сталість складу, фізико-хімічних властивостей внутрішнього середовища організму (кров, лімфа, тканинна рідина) та всіх фізіологічних процесів у ньому.

Гормо́ни — біологічно активні речовини, які в дуже малих концентраціях здатні значною мірою впливати на органи й тканини, а також організм загалом.

Гру́пи кро́ві (систе́ми АВ0) — зумовлені наявністю особливих білків в еритроцитах (аглютиногенів А і В) і плазмі (аглютинінів α й β), які у несумісних комбінаціях можуть спричиняти склеювання (аглютинацію) еритроцитів.

Гумора́льна (ріди́нна) регуля́ція — регуляція фізіологічних функцій організму, яка здійснюється речовинами, що надходять у кров і через неї впливають на функціонування органів усього організму.

Ди́хання — сукупність процесів, які забезпечують неперервне надходження кисню до тканин організму, використання його в реакціях біологічного окиснення, а також видалення з організму кінцевих продуктів обміну речовин — вуглекислого газу та частково води.

Дру́га сигна́льна систе́ма — діяльність кори головного мозку, яка проявляється в умовних рефлексах, що формуються на своєрідний подразник — слово.

Ембріональний ро́звиток — період онтогенезу, який триває від утворення зиготи до народження дитини.

Енергети́чний о́бмін — сукупність реакцій розщеплення органічних речовин, під час яких звільняється енергія.

Заплі́днення — процес злиття чоловічої та жіночої статевих клітин, у результаті якого утворюється зигота.

Збу́дження — підвищення специфічної діяльності органів у відповідь на зовнішні та внутрішні подразнення. Збудження нейрона спричиняє виникнення нервового імпульсу.

Звукоутво́рення — створення звуків коливаннями повітря, яке проходить через голосовий апарат під час видиху.

Згорта́ння кро́ві — захисна реакція організму, спрямована на збереження об’єму циркулюючих рідин організму. Спричиняє утворення тромбу на пошкоджених судинах.

Зо́внішнє ди́хання — газообмін між атмосферним повітрям й організмом: легенева вентиляція і газообмін між альвеолярним повітрям й кров’ю легеневих капілярів.

Йододефіци́т — зниження вмісту йоду в організмі, необхідного для нормального функціонування щитоподібної залози.

Імуніте́т — сукупність захисних механізмів, які допомагають організму боротися з антигенами — тілами та речовинами, які є для організму чужорідними.

Іму́нна ві́дповідь — складна захисна реакція організму, в результаті якої антиген розпізнається та знешкоджується антитілами.

Імунодефіци́т — порушення роботи імунної системи організму, що проявляється її зниженою активністю.

Індивідуа́льний ро́звиток люди́ни, або **онтогене́з** — розвиток організму, який триває від утворення зиготи до природної смерті.

Інсти́нкти — сукупність складних вроджених безумовно-рефлекторних дій, які здійснюються під впливом основних біологічних потреб.

Інстинкти́вна поведі́нка — форма поведінки людини, зумовлена складними безумовно-рефлекторними реакціями — інстинктами.

Мале́ ко́ло кровоо́бігу — шлях крові від правого шлуночка до лівого передсердя, за якого здійснюється насичення крові киснем у легенях.

Менструа́льний ци́кл — фізіологічний процес, під час якого відбуваються послідовні циклічні зміни в організмі жінки, що контролюються статевими гормонами.

Ми́слення — процес відображення зв’язків і відношень між предметами та явищами дійсності, що забезпечує засвоєння нових знань.

Мо́ва — система символів і знаків, засіб передачі інформації і спілкування між людьми. Структурною одиницею мови є слово.

Мо́влення — спілкування людей за допомогою мови. Фізіологічною основою мовлення є умовно-рефлекторна діяльність кори великого мозку на слово.

Набу́та поведі́нка — форма поведінки, яка є результатом індивідуального жит-

тєвого досвіду людини, пов'язана з утворенням та гальмуванням умовних рефлексів.

Нейрогумора́льна регуляція — взаємопов'язана і взаємоузгоджена дія нервової та гуморальної регуляції, що забезпечує високу ефективність роботи всіх фізіологічних систем та організму як цілісної біологічної системи.

Нерво́ва регуля́ція — регуляція фізіологічних функцій організму, яка забезпечує взаємозв'язок органів та зв'язок організму з навколишнім середовищем завдяки рефлексам.

Неспецифі́чний (вро́джений) імуніте́т — система захисних чинників організму, до яких належать бар'єрна функція шкіри та слизових оболонок; здатність лейкоцитів до фагоцитозу й утворення інтерферону, лізоциму та інших речовин.

Нефро́н — структурно-функціональна одиниця нирки, що міститься в її кірковому шарі.

Ни́жча нерво́ва дія́льність — діяльність нервової системи, яка забезпечує рефлекторну регуляцію фізіологічних функцій організму та його рухової активності.

О́бмін речови́н — сукупність процесів хімічного перетворення речовин в організмі: від надходження їх з навколишнього середовища й до виведення кінцевих продуктів розпаду назовні.

Овуля́ція — процес руйнування фолікула і виходу з нього яйцеклітини.

Органи чуття́ — периферичні частини аналізаторів; містять спеціалізовані рецептори; призначені для сприйняття певного виду подразнень.

Остео́н — структурна одиниця кісткової тканини; циліндричний утвір з нашарувань кісткових пластинок, уставлених одна в одну, що забезпечує міцність кістки.

Па́м'ять — здатність людини фіксувати, зберігати й відтворювати інформацію в потрібний момент.

Парасимпати́чна нерво́ва систе́ма — частина вегетативної системи, яка забезпечує відновлення ресурсів, витрачених під час роботи і регулює нормальну життєдіяльність людського організму в стані спокою та під час сну.

Паси́вно набу́тий імуніте́т — виникає, коли антитіла переносяться з організму, де вони утворилися, в інший організм, який з цим антигеном ще не контактував.

Перелива́ння кро́ві — метод лікування хворих, в основі якого лежить трансплантація рідкої сполучної тканини людини — крові. Донори — це люди, у яких беруть кров, а реципієнти — ті, кому її переливають.

Пе́рша сигна́льна систе́ма — діяльність кори головного мозку, спричинена безпосереднім впливом на сенсорні системи чинників зовнішнього та внутрішнього середовищ.

Плаце́нта, або **дитя́че мі́сце**, — орган, що зв'язує плід з організмом матері під час ембріонального розвитку.

Постембріона́льний ро́звиток — період онтогенезу, який розпочинається після народження людини і завершується її смертю.

Провідникова фу́нкція спинно́го і головно́го мозку — забезпечення зв'язку й узгодження роботи всіх відділів центральної нервової системи.

Раціона́льне харчува́ння — фізіологічно повноцінне харчування здорових людей з урахуванням їх віку, статі, характеру праці та інших чинників.

Ре́зус-фа́ктор — білок, наявний в еритроцитах 85 % резус-позитивних людей. Переливання несумісної за резус-фактором крові спричиняє резус-конфлікт, що призводить до склеювання еритроцитів.

Репродукти́вне здоро́в'я — стан повного фізичного, розумового та соціального добробуту, що означає можливість задовільного та безпечного сексуального життя, здатність до зачаття і народження дітей та право на планування сім'ї.

Рефле́кс — відповідь організму на подразнення, що здійснюється за участі нервової системи.

Рефлекто́рна дуга — шлях, яким проходять нервові імпульси під час рефлексу.

Рефлекто́рна функція спинного і головного мозку — здійснення різноманітних рефлексів.

Реце́птори — спеціальні нервові структури, що перетворюють різні види енергії (світлову, механічну, теплову, хімічну) на нервовий імпульс.

Робота м'я́зів — механічна робота (статична, динамічна), яку виконують м'язи під час скорочення.

Саморегуля́ція — здатність організму підтримувати сталість хімічного складу, фізичних властивостей, перебігу фізіологічних процесів.

Свідо́мість — процес відображення дійсності мозком людини, який охоплює всі форми ВНД і зумовлює її цілеспрямовану діяльність.

Сенсо́рні систе́ми або **аналіза́тори** — системи, які сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану організму й забезпечують зв'язок організму з довкіллям.

Серце́вий ци́кл — одне повне скорочення та розслаблення передсердь і шлуночків серця.

Симпати́чна нервова систе́ма — частина вегетативної системи, яка посилює діяльність органа в умовах, які потребують мобілізації фізичних сил.

Систе́ма о́рганів (фізіологічна система) — сукупність органів людини, що пов'язані анатомічно, функціонально й топографічно та становлять єдину структуру, що узгоджено працює. Людина має такі фізіологічні системи: травну, дихальну, серцево-судинну, видільну, опорно-рухову, нервову, сенсорні, ендокринну, імунну, репродуктивну.

Симати́чна нерво́ва систе́ма — частина нервової системи, яка регулює діяльність скелетних м'язів та органів чуття, забезпечуючи рухи та відчуття.

Сон — фізіологічний стан, який характеризується вимкненням свідомості, зниженням здатності нервової системи відповідати на зовнішні подразники, зниженням активності більшості функцій організму, відносною нерухомістю.

Специфі́чний імуніте́т — набутий імунітет, який здійснюється за участю Т- і В-лімфоцитів, здатних взаємодіяти з антигенами та знищувати їх.

Стате́ве дозріва́ння — розвиток первинних і поява вторинних статевих ознак.

Стате́ві озна́ки — ознаки, за якими розрізняють чоловічу й жіночу статі. Первинні: наявність статевих органів відповідно до статі. Вторинні: пов'язані з будовою та функціями органів, які не належать до репродуктивної системи.

Стрес — неспецифічна однотипна реакція організму, що є проявом загальної адаптації до різноманітних подразників — стресорних чинників.

Терморегуля́ція — фізіологічна функція, яка забезпечує підтримання оптимальної для організму температури тіла в умовах зміни температури навколишнього середовища.

Тип ви́щої нерво́вої дія́льності — визначається сукупністю властивостей нервових процесів (збудження і гальмування), зумовлених спадково та набутих у процесі індивідуального життя.

Тра́влення — сукупність процесів, що забезпечують механічну і хімічну обробку їжі, яка перетворюється на прості речовини, що легко засвоюються.

Умо́вні рефле́кси — індивідуально набуті протягом життя або спеціального навчання рефлекторні реакції, які виробляються на базі безумовних рефлексів.

Утво́рення сечі — процес очищення крові від непотрібних речовин, який відбувається в нирках.

Ферме́нти — біологічно активні речовини, здатні пришвидшувати хімічні перетворення органічних речовин в органах травної системи.

Фотореце́птори — світлочутливі клітини: колбочки — рецептори денного зору, які сприймають яскраве світло й кольори; палички — рецептори присмеркового зору, збуджуються, коли діє слабке світло.

Харчува́ння — сукупність процесів надходження в організм людини поживних речовин, їх травлення, всмоктування та засвоєння.Аглютинація 77

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Акомодація 170
Аксон 13, 137
Алергія 240, 241
Аналізатор 164, 166
Антигени 235
Антитіла 235,
Аорта 81, 86
Артерії 56, 85, 86

Білки 21, 25
Біоритми 212–215
– внутрішні 213
– зовнішні 213

Вагітність 248–250
Вакцина 237
Вени 56, 81, 86
Вестибулярний апарат 183
Вікові періоди 256–259
Вітаміни 26–28
– водорозчинні 27
– жиророзчинні 27
Вища нервова діяльність (ВНД)
– 188, 199
– типи ВНД 189–191
Внутрішнє середовище
– організму 68
Вода 28, 48, 53, 101, 107
Всмоктування 47–48
Вуглеводи 25, 41

Газообмін 58
– у легенях 59
– у тканинах 60
Гаметогенез 243
Гемоглобін 75, 76
Гіподинамія 96, 114
Голосовий апарат 56
Гомеостаз 220, 265
Гормони 17, 223–225, 227, 228, 230–234

Дендрит 13, 137
Дерма (власне шкіра) 107
Дихання 53
– внутрішнє (тканинне) 60
– зовнішнє (легеневе) 59
Діафрагма 61

Епідерміс 106
Епітелій 10, 54, 55
Еритроцити 71

Жири 26, 105
Життєва ємність легень 63

Залози 17, 227
– внутрішньої секреції 227, 230
– вилочкова 231
– гіпофіз 225–227
– епіфіз 231
– надниркова 230
– прищитоподібна 231
– щитоподібна 228
– змішаної секреції 226, 232
– підшлункова 17, 46, 232
– статеві (яєчники, ім'яники) 234, 266
– зовнішньої секреції 46, 107, 226
– травні 16, 36
Запалення 74
Запліднення 247
Зародок 252
Збудливість 13, 82
Звукоутворення 57
Згортання крові 72, 73
Зуби 38, 39

Імунітет 235
– неспецифічний 236
– специфічний 237, 238
Імунізація 237
Імунодифіцит 239, 240
Інстинкт 192, 193
Їжа 24, 25
– механічна обробка 38
– хімічна обробка 41

Йододефіцит 229

Капіляри 86
– кровоносні 85, 86
– лімфатичні 87
Кишечник 37, 46
Кістка 16, 114
Клітина 9–10, 244
Ковтання 41
Кров 68
– склад 69–70
– групи 77
– переливання 78
Кровообіг 80
– велике коло 86
– мале коло 87
Кровотечі 93
– капілярні 94
– венозні 94
– артеріальні 94
Легені 16, 53, 56
Лейкоцити 71, 73, 74
Лімфа 68
Лімфообіг 88
Лімфоцити 73, 236, 237

Менструація 248
Мислення 207–209
Мінеральні солі 26, 28
Міокард 82
Міофібрила 123
Мова 201
Мовлення 201
Мозок 143, 147, 152
– великий (кінцевий) 151–153, 227
– головний 147
– довгастий 148
– задній 148
– кістковий 116
– міст 148
– мозочок 149
– проміжний 150, 151
– середній 149
– спинний 143–144
– стовбур 148
– функції 145, 146
М'яз 16, 122, 123
– втома м'язів 128
– групи м'язів 125, 126
– робота м'язів 127

Навчання 202, 203
Нейроглія 13,
Нейрон 13, 137
– вставний 138
– руховий 138
– чутливий 138
Нервова система
– центральна 140, 141
– периферична 142
– соматична 141, 155
– вегетативна 155–156
– симпатична 156, 157
– парасимпатична 157, 158
Нервові процеси 189
– збудження 189
– гальмування 189
Нефрон 100, 101
Обмін речовин 21, 22, 101
– водно-сольовий 109
– енергетичний обмін 21
– основний обмін 29
– пластичний обмін 21
Овуляція 248, 249
Око 167–169
Органи 15–18
– дихання 16, 53–56
– ендокринної системи 17, 223
– імунної системи 17, 236
– нервової системи 17, 141, 142
– опорно-рухової системи 16, 114
– репродуктивні 17, 244–247
– серцево-судинної системи 16, 80, 85, 87, 88

– сечовидільної системи 16, 100–101
– травного тракту 16, 35–37
– чуття 164, 165,
Організм 6, 7, 265
Остеон 114

Пам’ять 203–206,
Перегрівання організму 112
Перетворення енергії 21
Печінка 37, 46,
Плазма крові 71, 72
Плацента 253
Поведінка людини 188
– інстинктивна 193, 195
– набута 196
Потовиділення 108
Потреби людини 29
– енергетичні 29
– харчові 30
Профілактика хвороб 40, 51, 65, 97, 104, 109, 160, 161, 174, 178, 193, 262
Пульс 95

Регуляція
– гуморальна 19, 222, 266
– дихальних рухів 62
– довільних рухів людини 153, 154
– кровообігу 91
– нейрогуморальна 19, 222, 266, 268
– нервова 18, 221, 266
– роботи внутрішніх органів 16
– роботи ендокринної системи 224–226, 267
– сечовиділення 103
– слиновиділення і ковтання 42
– шлункового соковиділення 44, 45
Резус-фактор 78
Рефлекс 18, 138
– безумовний 193, 194
– умовний 196–198
Рефлекторна дуга 138, 139
Рецептори 164
– болю 186
– дотикові 185
– зорові (колбочки, палички) 168, 171
– нюхові клітини 181
– рівноваги (волоскові клітини) 183
– слухові (волоскові клітини) 177
– смакові клітини 180
– теплові 185
– холодові 185
– шкіри та м’язів 200, 201

Розвиток людини
– ембріональний період 252–254
– індивідуальний 252
– постембріональний період 252, 255–259
Розмноження 243
Рухи
– дихальні 61, 62
– довільні 153, 154

Саморегуляція 7, 222, 265
Свідомість 210, 211
Секреція
Сеча 103
Сигнальна система 199, 200
Система
– АВ0 77, 82
– біологічна 6–8, 265
– дотику, температури, болю 185
– ендокринна 17, 223
– зорова 167–171
– імунна 17, 235
– кровообігу 80
– нюхова 180–182
– опорно-рухова 16, 114
– органів дихання 16, 53
– регуляторна 18, 266
– резус (Rh) 78
– репродуктивна 17, 243, 244
– рівноваги 183, 184
– руху 184
– сенсорна 17, 164–166
– сечовидільна 16, 99–100
– слухова 175–177
– смакова 180
– травна 34–37
– фізіологічна 15–17
Скелет 16, 119–121,
Скоротливість 12
Слина 41, 42
Слух 175, 178
Смак 180
Сон 215–218
Сперматозоїд 9, 243, 244, 246
Стрес 231, 269
Суглоб 118, 119
Судини
– кровоносні 17, 85
– лімфатичні 17, 87
Сухожилок 122

Тепловіддача організму 111
Теплоутворення в організмі 111
Терморегуляція організму 111
Тиск
– кров’яний (артеріальний) 91
– парціальний 60

Тканина 10
– епітеліальна 10, 11, 106
– м’язова 12–13, 123
– нервова 13
– сполучна 11–12
– кісткова 12, 114
– хрящова 12, 117
Тканинна рідина 68, 69
Травлення 34, 35
– в кишечнику 46–48
– в ротовій порожнині 38
– в шлунку 44
– позаклітинне (порожнинне) 34, 47
– пристінкове (мембранне) 34, 47
Тромб 73
Тромбоцити 71, 72

Фагоцитоз 74
Ферменти 34
Фібрин 73
Фібриноген 73
Формені елементи крові 70

Харчові продукти 24
Харчові отруєння 49
Харчові розлади поведінки 51
Харчування 23
– збалансоване 31
– норма 31
– раціональне 31
– режим 31
Хвороби
– зубів 40
– нервової системи 159–161
– органів дихання 64–66
– органів сечовидільної системи 104
– органів травлення 49–51
– серцево-судинні 95, 97
– цукровий діабет 233
– шкіри 108
– що передаються статевим
– шляхом 260–262
Хребет 119, 120
– викривлення 131
Хрящ 116, 117

Цикл
– дихальний 61–62
– менструальний 248–249
– серцевий 83

Череп 119

Шкіра 105–107
Шлунок 43, 44

Яєчко 246
Яєчник 244, 248
Язик 42, 180
Яйцеклітина 10, 243, 245

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анатомический атлас : [електрон. ресурс]. — Режим доступу : http://www.anatomy.tj/
2. Біологія : довідник [для абітур. та школ. загальноосвіт. навч. закл. / кер. авт. колект. Л. І. Прокопенко]. — К. : Літера ЛТД, 2006.
3. Біологія : навч. посібн. / А. О. Слюсарєв, О. В. Самсунов, В. М. Мухін та ін.; [пер. і ред. В. О. Мотузного]. — К. : Вища школа, 1991.
4. Биология : электрон. учебн. : [електрон. ресурс]. — Режим доступу : http://www.ebio.ru.
5. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М. С. Гиляров. — М. : Сов. Энциклопедия, 1986.
6. Гистология : учбн. пособ. и атлас микрофотограф. : [електрон. ресурс]. — Режим доступу : http://www.histol.ru.
7. Головацький А. С. Анатомія людини : [у 3 т]. / Головацький А. С., Черкасов В. Г., Сапін М. Р. [та ін.]. — Вінниця : Нова Книга, 2006; 2007.
8. Грин Н. Биология : В 3-х т. / Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. ; пер. с англ.; под ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1990.
9. Заведея Т. Л. Біологія : довідник [для школ. та студ.] / Т. Л. Заведея. — Донецьк : ТОВ ВКФ «БАО», 2008.
10. Загальна психологія / О. В. Скрипченко, Л. В. Долинська, З. В. Огороднійчук та ін. — К. : Либідь, 2005.
11. Людина : енциклопед. путівник. — К. : Махаон-Україна, 2007.
12. Людина : навч. посібн. з анатом. та фізіолог. / пер. з англ. І. Гаврилюк, О. Гаврилюк, У. Галюк та ін. — Львів : БаК, 2002.
13. Медична біологія : підруч. / за ред. В. П. Пішака, Ю. І. Бажори. — Вінниця : Нова Книга, 2004.
14. Околітенко Н. І. Основи системної біології : навч. посібн. / Н. І. Околітенко, Д. М. Гродзинський. — К. : Либідь, 2005.
15. Трифонов Е. В. Психофизиология человека : рус.-англ.-рус. энциклоп.: [електрон. ресурс] / Е. В. Трифонов. — 14-е изд., 2011. — Режим доступу : http:// www.tryphonov.narod.ru.
16. Чайченко Г. М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д.; за ред. В. О. Цебенко. — К. : Вища школа, 2003.
17. Энциклопедия для детей. — Том 18. Человек : в 2 ч. / [глав. ред. В. Володин]. — М. : Аванта +, 2003.
18. Энциклопедический словарь юного биолога / [сост. М. Е. Аспез]. — М. : Педагогика, 1986.
19. Saladin, Kenneth S. Albert. Human Anatomy / Kenneth S., Saladin. — 1 st ed. McGraw-Hill / Higher ed., 2005.
20. Seeley R., Stephens T., Tate P. Anatomy and physiology 6th edition. McGraw-Hill; 2003.
21. Gerard J. Tortora, Bryan Derricson. Introduction to the Human Body. 7th edition. John Wiley & Sons; 2007.

Інтернет-сторінки

http://biology.org.ua/ — Український біологічний сайт.

http://www.morphology.dp.ua — Сайт наукового товариства анатомів, гістологів, ембріологів та топографоанатомів України.

http://www.skeletos.zharko.ru — Проект «Опорно-рухова система людини».

http://modernbiology.ru/ticher.htm — Сайт для вчителів та учнів.

Навчальне видання

БІОЛОГІЯ
Підручник для 8 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

Видано за державний кошт. Продаж заборонено

Автори:
МІЩУК Наталія Йосипівна
ЖИРСЬКА Галина Ярославівна
СТЕПАНЮК Алла Василівна
БАРНА Любов Степанівна

Головний редактор *Ярослав Гринчишин*
Редактор *Віктор Хіхловський*
Літературне редагування: *Людмила Олійник, Оксана Давидова, Маргарита Більчук*
Дизайнер обкладинки *Віталій Нехай*

Виготовлено згідно із СОУ 22.2-02477019-07:2012
Формат 70×100/16. 22,21 ум. др. арк., 23,33 обл.- вид. арк. Тираж 12116. Замовлення № 18-16
Видавець і виготовлювач Редакція газети «Підручники і посібники».
46000, м. Тернопіль, вул. Поліська, 6а. Тел.: (0352) 43-15-15; 43-10-21.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4678 від 21.01.2014 р.

Надруковано з готових файлів на ПрАТ «Львівська книжкова фабрика «Атлас»
79005, м. Львів, вул. Зелена, 20
тел. (0352) 276-45-80
atlas_book_2@ukr.net
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 1110 від 08. 11.2002 р.